



Pedro Varanda
Duarte

Acompanhamento da Construção e
Reabilitação do Centro Escolar do Loreto



Pedro Varanda
Duarte

Acompanhamento da Construção e
Reabilitação do Centro Escolar do Loreto

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil realizada sob orientação científica do Professor Engenheiro José Alberto Marques Lapa com coorientação do Professor Doutor José Claudino Cardoso.

Professora Doutora Ana Luísa Pinheiro Lomelino Velosa
Professora Associada da Universidade de Aveiro

O Júri

Engenheiro Carlos Manuel Rodrigues Miranda
Diretor do Departamento de Construção da Tengelmann Real Estate International
(arguente)

Professor Engenheiro José Alberto Marques Lapa
Professor Convidado da Universidade de Aveiro (orientador).

Agradecimentos

Em primeiro lugar e acima de tudo queria agradecer aos meus pais, pois sem o seu apoio, compreensão e ajuda, todo este percurso não seria possível. De salientar a vontade e desejo que mostraram e a forma como me foi transmitida a mensagem que sempre conseguiria superar esta tarefa.

À Joana, que viviu percorreu este percurso sempre comigo e que de certa forma também se envolveu neste trajeto, procurando sempre motivar e ajudando em tudo aquilo que fosse possível.

Agradecer também a todos aqueles que fizeram parte deste percurso, e que se envolveram em todos os projetos e estudos.

Ao orientador, Eng. José Marques Lapa, que perante a situação tardia em que me apresentava em relação à iniciação do estágio, sempre se mostrou disponível, permitindo a minha escolha consigo e à sua disponibilidade em encontrar uma empresa acolhedora para a realização do estágio.

Por último, agradecer à MRG, a sua disponibilidade na concretização do estágio e mais particularmente aos Engenheiros Pedro Santos e Teresa Linhares que mostraram desde o começo a estarem prontos para ajudar em qualquer caso, transmitindo os seus conhecimentos.

Palavras-Chave

Reabilitação, processos construtivos, direção de obra, gestão, materiais de construção

Resumo

Este trabalho aborda o acompanhamento da construção de um Centro Escolar.

A presente dissertação pretende apresentar o trabalho de um diretor de obra, especificando genericamente os trabalhos executados na construção de um centro escolar. Neste trabalho também serão apresentados os processos construtivos e os materiais utilizados nos elementos mais importantes desta obra. O centro escolar tem a particularidade de abranger dois tipos de construção, a construção nova e reabilitação, mostrando duas versões diferentes dos processos construtivos.

Keywords

Rehabilitation, constructive methods, construction management, management, building materials

Abstract

This work approaches the accompaniment of the construction of a school center.

The present dissertation intends to present the work of a construction management, being specified generically the works executed in the construction of a school center. In this work also the constructive processes and the materials used in the elements most important of this constructive management will be presented. The school center has the particularity to enclose two types of construction, the new construction and rehabilitation, showing two different versions of the constructive processes.

Índice

Índice.....	vii
Índice de Figuras	xi
Índice de Tabelas	xiii
1. Introdução.....	1
1.1. Objetivo.....	1
1.2. Motivação.....	2
1.3. Estrutura do Trabalho	2
2. Apresentação da Empresa	3
2.1. Descrição e história	3
2.2. Estrutura e Composição	3
3. Gestão na Construção	5
3.1. Enquadramento do setor da construção	5
3.2. Gestão na Construção.....	6
3.3. Organização das empresas em geral e MRG.....	8
3.4. Direção de Obra	11
3.4.1. Principais funções do Diretor de Obra	12
3.4.2. Preparação de Obra.....	14
4. Construção e Reabilitação do Centro Escolar do Loreto	22
4.1. Apresentação e Caraterização da Obra	22
4.2. Trabalhos Preparatórios	23
4.2.1. Estaleiro	23
4.2.2. Demolições e Remoções.....	25
4.2.3. Estudo Geológico	29
4.3. Implantação Novo Edifício.....	32
4.3.1. Escavação e Movimento de Terras	32
4.3.2. Poços de Fundação	34
4.3.3. Sapatas	35
4.3.4. Vigas de Fundação.....	37
4.3.5. Muro de Contenção do Pavimento térreo	38
4.3.6. Pavimento Térreo	39
4.3.7. Elementos Estruturais em elevação	41
4.3.7.1. Pilares.....	42
4.3.7.2. Paredes	43

4.3.7.3.	Vigas	44
4.3.7.4.	Lajes	45
4.3.7.5.	Escadas.....	48
4.3.8.	Caixa de elevador	49
4.4.	Edifício Reabilitado	50
4.4.1.	Fundação das Paredes	51
4.4.2.	Reparação Estrutural das Paredes de Alvenaria	52
4.4.3.	Pavimento Térreo	53
4.4.4.	Cobertura	54
4.4.5.	Reparações não estruturais	55
4.4.5.1.	Pérgola	55
4.4.5.2.	Azulejo	56
4.5.	Rede de Águas	57
4.5.1.	Rede de Abastecimento	57
4.5.2.	Sistema Segurança Contra Incêndios	59
4.5.3.	Drenagem de Águas Pluviais.....	60
4.5.4.	Drenagem de Águas Residuais e Domésticas.....	63
4.6.	Arranjos Exteriores	64
4.6.1.	Muros de Suporte.....	64
4.6.2.	Muros e Vedação Exterior	66
4.6.3.	Rampa exterior	67
4.6.4.	Pavimentos.....	68
4.6.4.1.	Zona Estacionamento.....	69
5.	Pormenores Técnicos e Materiais	71
5.1.	Betão.....	71
5.1.1.	Classe de Resistência à Compressão (C)	72
5.1.2.	Classe de Exposição Ambiental (XC)	72
5.1.3.	Classe de teor de Cloretos (Cl)	73
5.1.4.	Dimensão máxima do agregado (D)	73
5.1.5.	Classe de Consistência (S).....	73
5.2.	Alvenarias	74
5.2.1.	Bloco Megatérmico	74
5.2.2.	Tijolo Cerâmico furado	75
5.2.3.	Bloco aligeirado de termoargila	75
5.3.	Argamassas.....	76

5.3.1.	Argamassa cimento M-10.....	77
5.3.2.	Argamassa de cimento e areia	77
5.3.3.	Argamassa Técnica “weber tec fino”	78
5.3.4.	Argamassa Ignífuga	78
5.3.5.	Argamassa monocomponente reforçada com polímeros	78
5.3.6.	Argamassa Reforçada	79
5.3.7.	Argamassa cal pozolânica	79
5.4.	Isolamentos	79
5.4.1.	Membrana de polietileno reticular espumado	80
5.4.2.	Lã Mineral	80
5.4.3.	ROOFMATE	81
5.4.5.	FLOORMATE.....	82
5.4.6.	Betão leve tipo LECA.....	83
5.5.	Impermeabilizações	83
5.5.1.	Telas Betuminosas	84
5.5.2.	Placa subtelha	85
5.5.3.	Micro-Argamassa	85
5.5.4.	Mastique de poliuretano e Mastique de selagem.....	86
5.5.5.	Emulsão Betuminosa	86
5.5.6.	Feltro Geotêxtil.....	87
5.6.	Revestimento de Paredes e Tetos.....	87
5.6.1.	Salpisco, Emboço e Reboco	88
5.6.3.	Placas de gesso cartonado.....	89
5.6.4.	Placas de gesso cartonado perfurado	90
6.	Conclusão	91
7.	Referências	92

Índice de Figuras

Figura 1 - Organograma Grupo MRG	4
Figura 2 - Organograma MRG, Construction.....	9
Figura 3 - Preparação das redes de água.....	15
Figura 4 - Medição de Erros e Omissões.....	18
Figura 5 - Exemplo de Auto de Medição exercido em obra.....	20
Figura 6 - Balizamento do Plano de Trabalhos	21
Figura 7 - Planta de Estaleiro presente em obra	24
Figura 8 - Derrube de uma árvore	26
Figura 9 - Edifício a demolir na totalidade.....	26
Figura 10 - Limpeza do interior das salas.....	27
Figura 11 - Remoção do teto interior do edifício	27
Figura 12 - Demolições parciais do edifício.....	28
Figura 13 - Estado final do Edifício Antigo	28
Figura 14 - Localização Poços de Inspeção no terreno	30
Figura 15 - Poços de inspeção 1, 2 e 3, respetivamente	30
Figura 16 - Marcação do terreno a construir	32
Figura 17 - Escavações para implantação de fundações.....	33
Figura 18 - Aterro	34
Figura 19 - Abertura de valas e Regularização terreno	34
Figura 20 - Poços de Fundação com começo Fundações	35
Figura 21 - Armação de Sapatas sob Poços de Fundação	36
Figura 22 - Armação de Sapatas, Vigas de Fundação e Pilares	37
Figura 23 - Cofragem final Vigas Fundação	38
Figura 24 - Muro Contenção Pavimento Térreo.....	39
Figura 25 - Colocação primeiras camadas Pavimento térreo	41
Figura 26 - Pavimento térreo realizado sem camadas finais de acabamento	41
Figura 27 - Armação e Cofragem de Pilares	43
Figura 28 - Armação de paredes do fosso do elevador.....	43
Figura 29 - Colocação de plataforma de cofragem de viga.....	45
Figura 30 - Cofragem zona Punçoamento	46
Figura 31 - Início Cofragem Lajes	46
Figura 32 - Preparação Laje Fungiforme.....	47
Figura 33 - Betonagem da Laje	48
Figura 34 - Armadura de Punçoamento.....	48
Figura 35 - Escada traseira	49
Figura 36 - Início Cofragem de Escada	49
Figura 37 - Armação das paredes do fosso de elevador	50
Figura 38 - Fundação original das Paredes Estruturais	51
Figura 39 - Consolidação de Fundações e Reparação estrutural Paredes.....	52
Figura 40 - Estrutura Cobertura inclinada	54
Figura 41 - Pérgola	56
Figura 42 - Azulejo a restaurar	57
Figura 43 - Tubagens colocadas vertical e horizontalmente	58
Figura 44 - Drenagem no interior	61

Figura 45 - Algeroz para drenagem de cobertura inclinada	62
Figura 46 - Interseção de Drenagens Exteriores.....	62
Figura 47 - Drenagem residual de piso superior.....	63
Figura 48 - Colocação Betão Limpeza na fundação do Muro de Suporte.....	65
Figura 49 - Armação Muros de Suporte	66
Figura 50 - Muro Suporte Rampa.....	67
Figura 51 - Rampa	67
Figura 52 - Pavimento exterior zona Recreio.....	68
Figura 53 - Pavimento exterior.....	69
Figura 54 - Lã mineral em teto falso	81
Figura 55 - Betão de Enchimento	83
Figura 56 - Tela betuminosa sobre cobertura	84
Figura 57 - Argamassa aplicada no fosso de elevador	85
Figura 58 - Mastique de selagem no exterior	86
Figura 59 - Feltro geotêxtil colocado no pavimento.....	87
Figura 60 - Revestimento em placas gesso cartonado	90

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Variedade do Betão utilizado em obra	71
Tabela 2 - Alvenarias utilizadas nos paramentos do edifício	74
Tabela 3 - Tipos de argamassas utilizados	76
Tabela 4 - Isolamento Acústico aplicado	80
Tabela 5 - Isolamento térmico aplicado	81
Tabela 6 - Impermeabilizações utilizadas	84
Tabela 7 - Tipos de revestimentos aplicados	88

1. Introdução

Este documento foi realizado no âmbito da unidade curricular de Dissertação/Projeto/Estágio do 2º ano do 2º ciclo de estudos do curso de Mestrado Integrado em Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, no ano letivo de 2015/2016.

Nesta unidade curricular foi efetuado um estágio na empresa MRG - Engenharia e Construção, S.A., com sede no Parque Industrial de Abrunheira, Lotes 9 e 10, Vila Chã, 6270-186 Seia e com escritórios na Urbanização Alto do Sol, Lote 4, Alto da Relvinha, Pedrulha, Apartado 8045, 3025-028 Coimbra.

Através da empresa MRG houve a possibilidade de acompanhar a construção do “Centro Escolar do Loreto” no bairro do Loreto, junto aos escritórios da empresa.

O trabalho que se segue apresenta de certa forma a atividade de um diretor de obra e muitos dos processos utilizados na construção do Centro Escolar, tentando explicar de alguma forma, a execução das tarefas, relativamente ao contexto das unidades curriculares lecionadas durante o curso.

1.1. Objetivo

Este relatório tem como objetivo caracterizar e explicar os processos e métodos construtivos utilizados na construção e o trabalho de gestão e coordenação do diretor de obra durante o período do estágio curricular realizado em contexto de obra, que foi realizado tanto em ambiente de escritório como em ambiente de obra.

Visto que direcionei a minha formação para a direção de obra, a realização do estágio vem de encontro com o pretendido, sendo a maior parte do tempo realizado em ambiente de obra e em contacto permanente com profissionais que deram auxílio em todos os trabalhos e responderam às questões colocadas.

Durante o decorrer do estágio foram realizados trabalhos que, de certa forma, permitiram ajudar o diretor de obra nas suas funções e permitiram-me ter contacto com o trabalho e poder estar relativamente por dentro dos assuntos. Desses trabalhos realizados foram feitos trabalhos de preparação, medição e gestão de obra, complementando com presença em algumas reuniões de obra com a fiscalização e membros responsáveis da segurança e presença assídua no acompanhamento dos trabalhos. No entanto não foi possível estar o

tempo suficiente no acompanhamento da totalidade dos trabalhos devido às datas do fim de estágio e de entrega da obra.

Este trabalho no fundo abrange todas as temáticas correntes da construção em que foi possível participar.

1.2.Motivação

A motivação para a realização mais concretamente de um estágio surge muito devido à crise que o nosso setor da construção atravessa, à falta de oportunidades dadas pelas empresas em Portugal de contratar novos engenheiros. Isto muito pela falta de trabalho no país e para as empresas, como pelo desconhecimento e necessidade de adaptação ao mercado e ao mundo de trabalho. O interesse foca-se na falta de experiência que um aluno que acaba o curso universitário e tenta entrar para o mercado de trabalho e que hoje em dia, é um fator que influencia muito na contratação de pessoal.

Podendo com isto juntar ao facto de poder acompanhar a evolução de uma obra, poder fazê-lo em ambiente de obra, interagindo com todos os seus intervenientes, fazendo isto parte do meu interesse para a entrada do mercado de trabalho.

1.3.Estrutura do Trabalho

O relatório está organizado em seis capítulos. No primeiro capítulo foi efetuada uma introdução com uma breve descrição do trabalho em si, assim como os objetivos do estágio e a organização deste documento. No segundo capítulo é feita a apresentação da entidade de acolhimento e da sua estrutura e composição. No terceiro capítulo aborda-se o panorama nacional do setor da construção, a importância da gestão na construção e as tarefas mais importantes de direção de obra. No quarto capítulo descrevem-se os trabalhos referentes ao desenvolvimento da obra enquanto que no capítulo cinco se descrevem os materiais mais influentes na obra e as suas características. Por fim no capítulo seis são abordadas as conclusões da realização deste estágio. No final do relatório são apresentadas as referências bibliográficas consultadas.

2. Apresentação da Empresa

2.1. Descrição e história

A empresa MRG – Engenharia e Construção SA foi fundada por Manuel Rodrigues Gouveia em 1978, sediada em Seia, tendo como atividade inicial a promoção imobiliária e prestação de serviços de construção a Autarquias, Departamentos Estatais e particulares. Em 1989 muda o seu nome de Lda., para S.A. e passa a apostar maioritariamente na Construção Civil e Obras Públicas.

Posteriormente, em 1994 foi criada a empresa Equipav – Gestão de Equipamentos, S.A. que tinha como principal objetivo gerir os equipamentos das obras da MRG.

Com o virar do século a empresa engloba nas suas capacidades a construção de vias de comunicação, infraestruturas e ambiente, surgindo novas oportunidades de negócio que a permitem ter um grande crescimento e tornar-se numa das empresas de referência a nível nacional.

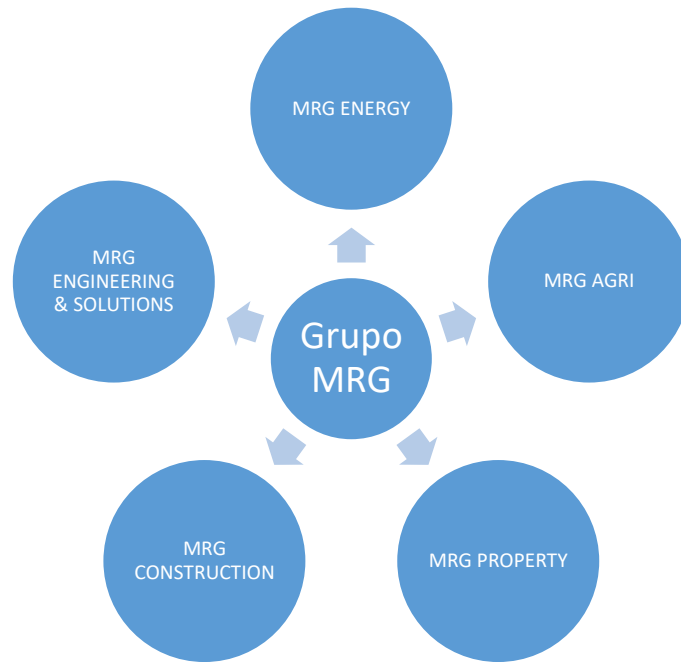
Em 2005 a empresa muda de ares e troca a sua sede Operacional para Coimbra, passando em 2006 a instaurar uma política de desenvolvimento que permitiu a diversificação e internacionalização das suas atividades, apostando em diversos mercados.

Mais recentemente, em 2013, e com a importância da internacionalização foi criada em França, a MRG Construction o que definiu a expansão para mais países como Moçambique, Argélia e uma sucursal em Cabo Verde.

Com esta crescente importância da internacionalização e diversificação para o Grupo, em 2015 foi levada a cabo uma reorganização da estratégia corporativa das empresas do grupo, em volta da marca MRG. (MRG s.d.)

2.2. Estrutura e Composição

O grupo MRG concentra hoje cinco grandes setores de atividades que se expandem nas empresas que compõem o grupo neste momento. O Grupo após várias reestruturações e uma forte aposta na internacionalização é hoje formado pela MRG Engineering & Solutions, que tem como atividade principal a montagem e gestão de negócios, consultadoria intra-grupo e projetos chave-na-mão, a MRG Energy, que se concentra nas energias Renováveis e seu desenvolvimento, a MRG Agri, está virada para a Floresta e



3. Gestão na Construção

3.1. Enquadramento do setor da construção

Perante a atualidade do setor da construção nacional, pode-se observar que são poucos os fatores que nos indiquem melhorias num futuro recente num dos setores mais importantes da nossa economia. No entanto, toda esta crise no setor levou a uma grande reestruturação e uma maior consciencialização organizacional e de mercado por parte das empresas, tentando que se voltem a cometer os erros do passado.

O setor da construção teve um crescimento acentuado a partir de meados da década de setenta, com a criação de centenas de milhares de fogos de habitação por década, que eram na sua maior causa devido a agentes públicos e privados que investiam. Juntando a isso, o país, regressava do Estado Novo e da mudança de política e com isso surgiram incentivos desmedidos, tais como, o aumento do crédito disponível e a diminuição das taxas de juro.

Foi assim durante décadas, o mercado centrava-se essencialmente na construção de obra nova. Deu-se a massificação de acesso ao crédito, em regimes agressivos, e mesmo que com prazos de empréstimo prolongados, a construção em Portugal não abrandou, ficando a um ritmo estonteante, sem que houvesse sequer mínimos cuidados ou limitações legais para este crescimento sem controlo.

A partir da crise imobiliária americana, com a diminuição da oferta e da procura de crédito, começou-se a notar um abrandamento no setor. Essa crise chegou naturalmente ao nosso país, no entanto, o sistema funcionava a tal ritmo que a solução, mesmo para as consequências previsíveis da crise no setor face à estonteante construção fosse recorrendo a alternativas conscientes e estabilizadores, se recorresse então a novos investimentos e soluções que davam continuidade e agravavam o setor e a economia do país, escondendo todos os problemas pelo qual este estava a passar. Isto devido à pressão e aos interesses das empresas e pela situação irreal que o país vivia. (Carrapa 2014)

A crise mundial despertou e com isto os investidores e financiadores foram “apertando os cintos” e foi desaparecendo o acesso ao crédito, que assim se tornou cada vez mais complicado. Até aí todo o crescimento que se deu no setor de forma algo facilitada e disparatada, onde se criavam empresas para todo o tipo de tarefas e se conseguia ter

trabalho para todos, subitamente caiu. Já não dava para “alimentar” todos os excessos com que se estava a viver e de uma situação onde tudo corria às mil maravilhas, passou-se para uma situação em que todo o tipo de trabalho mesmo que pequeno e de pouca valia era aceite. Isto para um mercado que cresceu com milhares de empresas e agora se via obrigado a todas essas empresas a terem que lutar pelo pouco trabalho que existia. (Carrapa 2014)

Surgiram imensos problemas, a conjuntura interna do país tornou-se muito desfavorável e milhares de empresas não conseguiram sobreviver. A correção tardia dos excessos fez com que hoje em dia muitos sejam os problemas e que as perspetivas de melhoria do setor sejam muito reduzidas, sendo que só a longo prazo se preveja um sinal de melhoria significativa e sem retrocesso do setor. Espera-se que esta crise tenha consciencializado o país e os demais relacionados com o setor e não se volte a cometer os mesmos erros.

Um mercado difícil, que vai diminuindo e os números positivos demoram a aparecer, onde as grandes e médias empresas que tenham uma estrutura bem montada se vão conseguindo manter estáveis, têm um papel extremamente importante em tempos futuros.

O mercado de grandes valores desapareceu e de valores intermédios tornaram-se negócios pouco rentáveis para as grandes empresas do nosso país, tendo a maioria delas ter que apostar na internacionalização para poder de certa forma manter a sua atividade.

Foi neste contexto que vive o nosso país que se realizou a obra a acompanhar e que vive a empresa onde foi conseguido o estágio. Esta obra que tem a particularidade, como em muitos outros casos, que devido à dificuldade de crédito e de fundos foi mantida em “stand by” durante alguns anos, sendo no último ano dada a ordem para serem iniciados os trabalhos.

3.2. Gestão na Construção

A atividade da construção civil, assim como em todos os setores empresariais têm como objetivo final a obtenção de remunerações e lucros exercendo a sua atividade, neste caso concreto, construções quer sejam para o desenvolvimento humano, quer a nível de abrigo, produção, lazer, entre outras.

Sendo assim, é necessário em qualquer construção um controlo eficiente de todo o tipo de tarefas que englobem os processos para a realização do produto final. Na construção

civil são fatores como a mão-de-obra, materiais, equipamentos e subcontratos que condicionam o seu desenvolvimento e são esses os motores principais da atividade. A acrescentar a estes fatores diretos no desenvolvimento das construções, encontram-se as formas como estes são desenvolvidos e colocados em prática. Desta forma, no desenvolvimento das construções, passa por realizá-las com um adequado nível de segurança, qualidade, custo, prazo e respeitando os condicionalismos ambientais e de gestão de território, cumprindo sempre com a legislação, isto irá permitir um perfeito desenvolvimento do processo e encontrar de forma mais fácil o sucesso para o cumprimento do objetivo. No entanto, a interligação e otimização de todos estes fatores não é fácil, ainda para mais de forma natural, tendo um ou outro fator um carácter mais importante no decorrer da obra, é importante não permitir que todos os outros deixem de ser respeitados e que sejam cumpridas as metas mínimos na avaliação das atividades.

A **qualidade** da construção, é um fator que tem vindo a ter cada vez mais importância e preponderância no desenvolvimento das construções, ainda para mais quando no setor se vive momentos difíceis com a pouca oferta. A qualidade torna-se assim um fator extremamente importante no desenvolvimento da construção em si e mesmo na imagem da própria empresa. Isto também pode ser visto como a maior redução de riscos de anomalias nas obras e a qualidade dos seus processos, sendo que caso seja deficitária, pode trazer custos muito superiores a longo prazo.

Relativamente à **segurança**, nos dias que correm, ela é um tema cada vez mais presente no dia a dia da obra e a consciencialização que tem vindo a ser feita ao longo dos anos, está a ver o seu retorno já nos dias de hoje. A mão-de-obra que vai resistindo aos controlos e utilização dos sistemas de segurança está a começar a ganhar outra consciência das suas responsabilidades e a segurança tendo começado a ser vista como um fator principal no desenvolvimento das construções, quer a nível empresarial como humano. Isto também porque começaram a ser inerentes aos projetos e alvo de fiscalizações mais eficientes o cumprimento de todos os processos de segurança, começando no projeto e acabando na sua execução em obra.

O **custo** da construção é um dos fatores fundamentais. A realização de obras deve ser feita em concordância com os recursos financeiros disponíveis para a obra. Hoje em dia, com o mercado da construção em baixo, quer em obras públicas ou privadas, com a pouca quantidade de oferta, a procura por parte das empresas em muitos dos casos é quase

desesperativa, ou seja, muitas das empresas hoje em dia, para conseguirem trabalho e manterem a sua atividade, sujeitam-se à apresentação de orçamentos com pequenas margens de lucro, quase nulas em muitos dos casos, o que muitas das vezes acaba em perdas de dinheiro de essas mesmas empresas e tudo isto devido à demasiada concorrência para tão pouca oferta. É fundamental que se definam procedimentos e regras de orçamentação dentro das empresas de forma a garantir o cumprimento de todas as atividades inerentes às construções e tudo aquilo que elas acarretam, como mão-de-obra, aluguer de equipamentos, imprevistos, entre outros.

O **prazo** de execução das obras parte do ponto que é o objetivo final, ou pelo menos, o ponto de guia para o objetivo final. Este apresenta-se no contrato e o seu incumprimento acarreta várias implicações para a empresa. Todas essas implicações não abonam a favor da empresa podendo ficar esta fragilizada em vários aspetos com erros no decorrer dos trabalhos.

Um fator que também se tornou muito condicionante e hoje em dia, trás muitas regras e legislações são os **condicionalismos ambientais e de gestão do território**. Assim como na segurança, a consciencialização ambiental tem vindo a ser um fator de controlo durante o decorrer das obras hoje em dia, falamos em construção sustentável como sendo sinónimo de construção amiga do ambiente, mas não só na construção como também no tratamento dos resíduos e gastos de recursos ambientais, tal como a água. Assim como todos os materiais utilizados hoje em dia já vêm com preocupações ambientais na sua conceção, os recursos utilizados na construção estão também inerentes a essas preocupações, podendo em caso de não cumprimento, serem alvos de multas levadas a cabo pela entidade reguladora. (Faria, Introdução 2014)

Para que tudo isto funcione de forma perfeita, cumprindo todos os regulamentos e todas as tarefas sejam executadas de forma produtiva e lucrativa para a empresa é extremamente fundamental que, como foi dito anteriormente, todos estes fatores sejam intercalados de forma a concluir com sucesso as tarefas. E é neste aspeto que entra a Direção de Obra.

3.3.Organização das empresas em geral e MRG

De forma a conseguir organizar e fluir o trabalho de maneira a que tudo funcione de forma organizada, hierarquizada e a que todos os fatores falados anteriormente sejam cumpridos com sucesso, as empresas foram “obrigadas” a estabelecer um sistema organizacional,

ajudando-as a combater o momento atual que o setor vive e profissionalizando-as de certa forma, com maior consciencialização dos riscos.

Normalmente estas empresas representam-se por um organograma onde identificam as ligações entre os seus órgãos e membros de maneira a estabelecer nessas ligações parâmetros de comunicação, informação e chefia. Estes organogramas estão divididos por órgãos, órgãos estes que representam na empresa determinadas funções específicas que desenvolvem de certa forma atividades que completam, juntamente com os outros diferentes órgãos, as atividades que dizem respeito à empresa ou chefia global. (Faria, Organização de empresas de construção civil 2014)

No caso concreto da empresa acolhedora, a MRG Construction, tem em vigor um Sistema de Gestão segundo os referenciais normativos, cumprindo com os requisitos legais e regulamentares aplicáveis à área da construção. Ressalvando os fatores que em cima foram referidos e onde se identificam as bases de uma empresa de construção, esta encontra-se certificada pelos termos de qualidade, segurança e saúde. (MRG s.d.)

A MRG, CONSTRUCTION, é considerada como uma empresa de média-grande dimensão e no seu modo operativo funciona obedecendo ao seguinte organigrama, baseando-se neste para a realização da sua atividade.

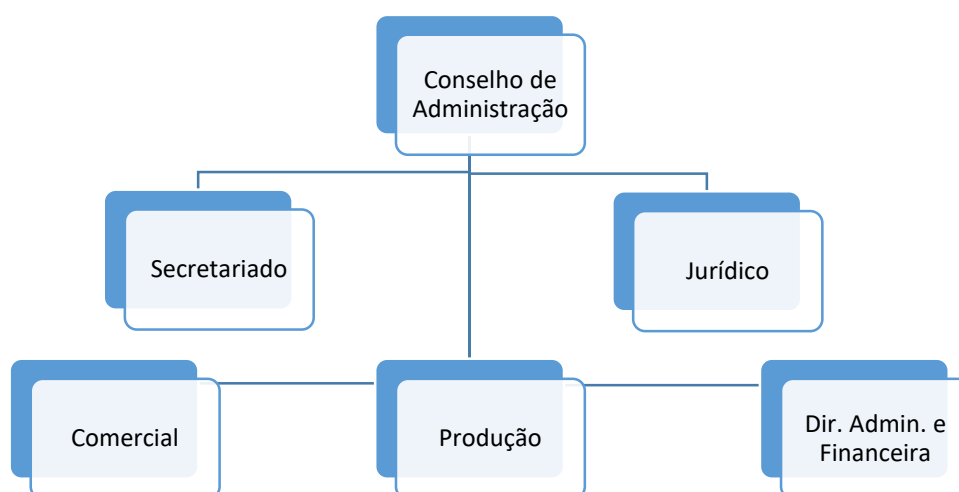


Figura 2 - Organograma MRG, Construction

A MRG, CONSTRUCTION, funciona com o organograma apresentado, o que se assemelha à maioria das empresas de construção da sua dimensão e onde os setores Comercial, de Produção e Direção Administrativa e Financeira são os que estão concretamente mais ligados à área da construção, sendo que os órgãos de secretariado e jurídico funcionam com parte de chefia das atividades de Direção de Obra, Comercial, Produção e Direção Administrativa e Financeira.

A área **Comercial**, trata de todo o processo de concurso a obras, onde são realizadas todas as atividades necessárias para concurso de forma a que se consiga ter sucesso e o concurso seja ganho, podendo assim a empresa dar posteriormente início ao processo de Produção da Obra e com isso iniciar o processo para o qual exerce funções.

Nas áreas comerciais os processos de obtenção de novas obras surgem de várias formas, ganhando concursos públicos, concursos limitados, estabelecendo acordos com clientes ou promovendo a própria empresa a construção, exercendo atividade imobiliária. (Faria, Organização de empresas de construção civil 2014)

A obra em questão foi obtida pela primeira forma, ganhando concurso público e para isso foram vários os processos realizados de maneira a que o concurso fosse conseguido. Este processo de concurso passa por várias fases que são genericamente referenciadas de seguida:

- Interesse no concurso, obedecendo aos objetivos gerais da empresa.

O concurso sai em Diário da República e conforme o interesse da empresa e as suas capacidades técnicas para o realizar, a empresa decide se segue em frente com o processo de concurso. Caso a empresa decida concorrer são descarregados todos os documentos referentes ao concurso que serão analisados.

- Medir e Orçamentar

Este processo está inserido na análise dos documentos do projeto e é realizado de uma forma competitiva não colocando preços demasiado altos causando a perda de concursos, nem demasiado baixos, podendo originar os prejuízos para a empresa. Durante este processo, para além de medir os documentos fornecidos são realizados pedidos de cotação

a subempreitadas externas que dão preços para especialidades, também de forma concorrencial, com o objetivo de serem escolhidos para realizar o trabalho, caso a empresa que esteja a concorrer ganhe o concurso. (Faria, Organização de empresas de construção civil 2014)

- Envio do Concurso

Após orçamento terminado são pedidos, juntamente com o orçamento de concurso, documentos como, programas de trabalho provisórios, declarações de competências, certificações de alvarás, entre outros, obedecendo sempre ao prazo estabelecido.

- Concurso Ganho

No caso de concurso ganho começa a relação dono-de-obra – empreiteiro, celebrando assim os contratos de empreitada.

Em relação à área de **Direção Administrativa e Financeira**, esta está diretamente associada à gestão geral da empresa, onde se compõe a tesouraria, seguros, gestão do pessoal, contratos, questões jurídicas, documentação, impostos, etc.

Na área de **Produção** relacionam-se todos os órgãos relacionados com a concretização das obras, ou seja, ganha a obra pelo departamento comercial, esta tarefa é transferida diretamente para a área de produção onde se dá início às atividades de concretização da obra.

3.4.Direção de Obra

Como já referido anteriormente, para se atingirem os objetivos que pertencem a uma empresa, esta tem de conseguir conjugar de forma consciencializada todos os recursos disponíveis e cumprir os requisitos legais de forma equilibrada. O processo de gestão da construção é extremamente complexo devido à quantidade de recursos que o compõe e à dificuldade em conseguir fazê-los funcionar em concordância.

Um bom trabalho de gestão implica selecionar e acionar os meios que permitem alcançar os objetivos traçados, para isso requer-se a conciliação do controlo, otimização, conjugação e da garantia de obtenção dos melhores rendimentos dos variados recursos, produzindo uma melhor produtividade, interligando como já referido os fatores de qualidade, segurança, custo, prazo e condicionalismos ambientais. (Meira 2012)

O trabalho de gestão nas obras, na maioria dos casos, é realizado por um engenheiro civil, assumindo assim as funções de diretor de obra, compartilhando as suas competências técnicas com as de gestão, assumindo desta forma variadas funções, que dependendo do sistema organizativo das empresas, podem ser com maior ou menor carga. Pode-se concluir que nos dias que correm, o trabalho de um engenheiro civil, presente em obra, é um trabalho multifacetado. (Meira 2012)

3.4.1. Principais funções do Diretor de Obra

O diretor de obra, para além dos seus conhecimentos técnicos deve possuir no seu perfil psicológico atributos de liderança e condução de pessoas, sendo de muita importância que isso seja feito sem necessidade de autoritarismo.

Assim como o sistema organizacional das empresas, durante a execução dos trabalhos a organização em obra funciona dentro dos mesmos parâmetros, onde são vários elementos que exercem diferentes funções com diferentes responsabilidades, onde a informação e o permanente contacto é extremamente importante no desenvolvimento dos trabalhos. Neste caso concreto existiam várias pessoas em redor do diretor de obra, sendo este o responsável pela obra, tendo em sua chefia um diretor de obra adjunto, um membro do departamento de segurança, um membro do departamento financeiro, um membro do departamento comercial, sendo que a passagem da informação dos diretores de obra para dentro da obra foi feita através do encarregado de obra, que funcionava como supervisor da restante mão-de-obra tomando assim a responsabilidade pelo conjunto de trabalhadores perante o diretor de obra.

A juntar ao perfil de liderança e gestão, um diretor de obra deve ter importantes características, como a racionalidade no tratamento dos problemas, interpretação direta e precisa, intuição, memória de similares, saber ver e observar, saber ouvir, não se deixar conduzir por situações de desalento e permanecer com humildade e justiça. São muitas destas as características essenciais para o perfil de alguém que tem como função gerir e conduzir obras. (Meira 2012)

Como já referido anteriormente e enaltecendo as várias tarefas que hoje em dia um diretor de obra tem que exercer, a ele compete dirigir a obra em todos os aspetos técnicos, económicos e administrativos, sendo ele o responsável pelas cláusulas de contrato de

todas as peças do projeto e caderno de encargos. Durante a execução dos trabalhos são várias as ações tidas em conta diariamente pelo diretor de obra: (Meira 2012)

- Verificar se os meios de produção (mão de obra, equipamentos, ferramentas) são adequados aos ritmos necessários da obra;
- Detetar, em antecipação, a inexistência de projetos de pormenorização de forma a ter um esclarecimento prévio para que não haja interrupções de trabalho por indefinições;
- Detetar a existência de trabalhos a mais a reclamar ao Dono de Obra, para contabilização dos seus valores e posterior faturação;
- Controlar a existência de sinalização e de equipamentos de proteção coletiva e individual;
- Tomar nota das datas dos fornecimentos, para um maior controlo, assim como em relação a subempreitadas ou indefinições do Dono de Obra;
- Controlo do trabalho executado e por executar;
- Controlo de subempreitadas efetuando contactos em antecipação;
- Ajustar os materiais às alterações de projeto.

É de extrema importância que o Diretor de Obra possua o perfeito conceito de conceção das tarefas e atividades a realizar em obra, de modo a que possa assegurar a correta gestão dos recursos produtivos e ainda propor variantes mais eficazes e económicas. O Diretor de Obra necessita de estar em constante atualização da preparação técnica dos trabalhos bem como da análise de projeto de forma a fazer a coordenação dos trabalhos e o seu acompanhamento técnico de forma correta. Muito importante também no seio das tarefas do diretor de obra é a capacidade de distribuir as equipas e distribuir as tarefas entre os grupos. (Meira 2012)

Cumprindo então todos os requisitos e prazos são duas as etapas que se identificam na fase de preparação da obra, e na MRG, foi facultado um manual de atividade de Direção de obra onde se pretende seguir os parâmetros normais do início de uma obra para a sua fase de Produção.

No capítulo seguinte é dada uma noção também geral da atividade do Diretor de Obra, tendo por base os procedimentos definidos pela empresa e pelo desenvolvimento dos trabalhos ao longo da construção.

3.4.2. Preparação de Obra

Após o concurso ganho pelo Departamento Comercial foi feita a transferência para o Departamento de Produção. A MRG, Construction, como forma organizativa seguiu um processo implementado pela empresa de atividades em relação à Produção e Direção de Obra de forma a cumprir nos termos legais todos os processos necessários para o início de uma obra e de forma a facilitar e organizar o trabalho de preparação a ser executado pelo Diretor de Obra.

O processo começa com a receção de todos os documentos referentes à obra pelo departamento Comercial da empresa. Com a presença de todos os documentos, após definidos os objetivos e assinados os contratos de adjudicação da obra, começam-se os trabalhos de preparação de obra, onde inicialmente o Diretor de Obra com o apoio de outros elementos do departamento de produção começam a tratar dos elementos e documentos necessários para a realização da documentação adaptada à obra, tais como:

- **Plano de Segurança e Saúde**
 - ✓ Designação e elementos da empreitada;
 - ✓ Identificação da Equipa de Obra (Diretor Coordenador de Obra, Diretor de Obra, Técnico de Apoio à obra, encarregado, etc.);
 - ✓ Planeamento de Obra: Plano de trabalhos, Cronograma de mão-de-obra, cronograma de equipamento, etc.;
 - ✓ Estimativa da quantidade de subempreitadas a contratar;
 - ✓ Plano e Planta de Estaleiro;
 - ✓ Plano de emergência;
 - ✓ ...
- **Plano de Qualidade**
- **Horário de Trabalho**
- **Fichas de Aptidão Médica**

Com o início da realização dos documentos necessários para o começo dos trabalhos, dá-se pela parte do Diretor de Obra início às suas tarefas de Direção de Obra no intuito de preparar a obra em si.

Como referido no subcapítulo anterior é de extrema importância que o diretor de obra consiga antecipar todos os trabalhos a serem executados de forma a prevenir erros ou percas de tempo, promovendo a grande produtividade. É desta forma que o Diretor de Obra, e foi isto realizado pelo Diretor na presente obra, antes do início ou abertura de qualquer elemento no local de obra e enquanto decorrem processos de documentação para início dos trabalhos, começou por compilar todos os documentos relacionados com a obra. Esta é uma das principais tarefas já referenciadas do trabalho do Diretor de Obra, sendo das mais importantes numa fase inicial, pois permite o conhecimento geral de toda a obra, conhecimento dos pormenores construtivos definidos em projeto e em todos os projetos de especialidades conseguindo assim ter um olhar técnico e crítico em relação ao projeto. Isto facilita o trabalho, prevendo em todos os casos qualquer tipo de erro inerente no projeto, adaptação dos processos construtivos, definição dos planos de trabalhos, definição de equipas, basicamente toda a organização de uma obra.

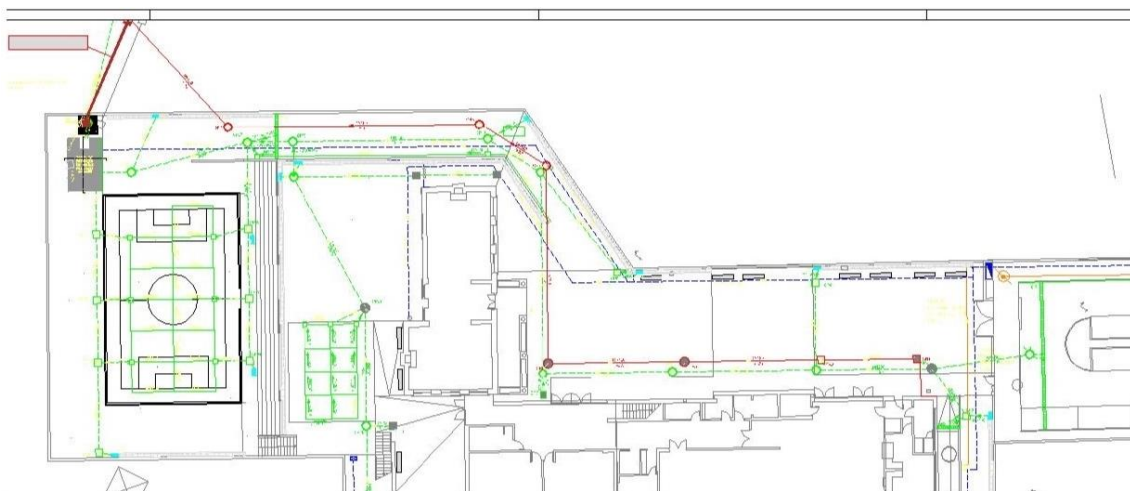


Figura 3 - Preparação das redes de água

Relativamente aos trabalhos de preparação, estes são guiados pelo prazo legal, descrito no caderno de encargos para a apresentação dos Erros e Omissões ao Dono de Obra, que normalmente é fixado em um mês, onde o Diretor de Obra pode reclamar erros ou omissões relativas à natureza ou volume de trabalhos caso se verifiquem diferenças entre as condições locais e as previstas, ou entre os dados em que o projeto se baseia e a realidade. A reclamação pode também ser por erros de cálculo, erros materiais ou outros

erros ou omissões existentes no mapa de quantidades relativamente a o que nele é apresentado e o que se encontra nas peças de projeto. (Almeida e Dias 2016)

Caso este trabalho não seja devidamente executado e não se proceda à reclamação de qualquer tipo de erros e omissões, o Diretor de obra sujeita-se a todos os documentos tal e qual foram fornecidos pelo Dono de Obra, ficando assim responsáveis por metade do valor de qualquer erro e omissão detetado no decorrer dos trabalhos. (Almeida e Dias 2016)

Desta forma verificámos a necessidade e importância de uma boa preparação e leitura dos projetos, afetando posteriormente a produtividade e gestão em todos os fatores da construção, a qualidade, o custo, prazo, etc.

Concluída a fase de preparação de obra, deu-se início aos trabalhos no terreno, com base no manual de atividade que a empresa apresenta para a execução das obras. Estas tarefas, assim como naturalmente na generalidade das obras acontece, começam pela abertura do estaleiro.

Nesta fase o empreiteiro tem obrigação de realizar todos os trabalhos que por natureza legal sejam considerados como preparatórios ou acessórios à execução da obra. Estes trabalhos referem-se ao estaleiro, que é o espaço físico onde se efetuam as tarefas, assim como, se desenvolvem atividades de apoio à obra. Atividades e instalações que podem variar no sentido do apoio técnico, como gabinetes de Fiscalização/Direção de obra, como no sentido prático, como instalações para ferramentas e equipamentos, como o local dos materiais necessários à obra. (Almeida e Dias 2016)

Basicamente é um importante trabalho de preparação e de início de trabalhos no campo, tendo estes que estar devidamente programados e preparados para um funcionamento fluído e organizado no decorrer da obra. É nesse aspeto que são fundamentais as presenças da planta de estaleiro e de todos os documentos que contenham toda a informação sobre a obra, assim como os seus elementos de apoio. São apresentados alguns desses documentos primordiais necessários no estaleiro.

- Licenças Camarárias
- Contactos de Emergência

- Plano de Emergência
- Planta de Estaleiro e Emergência
- Comunicação à ACT
- Informações gerais de Segurança de Trabalho
- Todos os projetos de construção
- Livro de obra
- Organograma da empresa
- PSS

Estas formalidades legais são constantes com o decorrer dos trabalhos sendo que com os contratos e licenças devidamente tratadas e aprovadas, ao longo da obra, as preocupações legais e técnicas do Diretor de Obra se debatem com o desenvolvimento dos trabalhos, sendo estes alvos de fiscalizações e as suas faturações mensais e esclarecimentos de dúvidas ou presença de erros ou trabalhos a mais.

- **Desenvolvimento dos trabalhos**

Contratação de Subempreitadas

Faz parte do Diretor de Obra a organização de subempreitadas em relação ao desenvolvimento dos trabalhos. Será necessário conforme as necessidades da obra a contratação inicial em fase de preparação ou ao longo da obra de subempreitadas para a realização das tarefas. Deste modo, o empreiteiro a ser alvo de fiscalização tem o direito de contratar subempreitadas desde que sejam detentoras de habilitações e tenham cumpridas exigências legais que as permitam exercer o trabalho, mantendo sempre em estaleiro os comprovativos referentes a essas empresas e aos seus trabalhadores, devidamente legalizados. (Almeida e Dias 2016)

Fornecimento de material

Assim como as subempreitadas, ao longo da obra é necessário o fornecimento de material em diferentes fases desta, assim para além da boa organização do estaleiro, é importante

o trabalho de gestão e antecipação do diretor de obra em prever a utilização do material e o *timing* de compra e entrega desse mesmo material, para não existir os tais atrasos na produtividade dos trabalhos.

Erros durante os trabalhos ou dúvidas

Assim como referido anteriormente em relação ao tempo legal de reclamação de erros e omissões, durante a execução dos trabalhos, caso seja detetada alguma dúvida somente após o início da execução dos trabalhos a que correspondem as dúvidas, o diretor de obra deve submete-las de imediato à fiscalização com motivos justificativos da sua não apresentação em prazo legal, que em caso de não apresentação torna o empreiteiro responsável por todas as consequências da errada interpretação. Isto acontece o mesmo com os erros e omissões, onde caso sejam detetados no decorrer dos trabalhos, o empreiteiro só terá direito a metade do valor do artigo/tarefa. (Almeida e Dias 2016)

21595 - CENTRO ESCOLAR DO LORETO - (EIRAS) - AMPLIAÇÃO - ANÁLISE DE ERROS E OMISSÕES																
2			3	4	5			6			7			8		
ARTICULADO			U N D	QUANTIDADES												
Art.º	DESIGNAÇÃO	CONTRATO			RECLAMAÇÕES EM FASE DE CONCURSO			MEDIÇÕES FEITAS EM FASE DE OBRA			DIFERENÇA A RECLAMAR					
		Quant.		P.Unit.	Valor	Quant.	P.Unit.	Valor	Quant.	P.Unit.	Valor	Quant.	P.Unit.	Valor		
12.4.5.1	Demolição e remoção de pavimento e rodapé existente no interior do edifício incluindo demolição da base suporte, com meios manuais, sem deteriorar os elementos construtivos contíguos, estrutura do pavimento e instalações encastradas, incluindo limpeza, armazenamento, remoção e carga manual de entulho para camião	M2														
			125			162.50			119.70			-5.30				
13	ALVENARIAS															
13.1	Alvenaria de tijolo cerâmico em parede simples				-			-			-					
13.1.1	Parede simples de alvenaria de tijolo cerâmico furado 30x20x11, com 11cm de espessura no toco, com marca CE segundo norma EN771/01, assente com argamassa pronta a aplicar, incluindo vergas de betão ligeiramente armado.	M2			-			-			-					
			659.23			785.41			666.48			7.25				
13.2	Alvenaria de blocos de betão leve de agregados de argila expandida				-			-			-					
13.2.1	Execução de parede interior com 20 espessura no toco com bloco aligerado de termoargila 40x19x20 cm, com marca CE segundo as normas EN 771 3 2003/A1:2005, para revestir, assente com argamassa de cimento M 10, incluindo vergas,	M2														
			64			83.20			83.76			19.76				
13.2.2	Execução de parede interior com 25 espessura no toco com bloco aligerado de termoargila 40x19x25 cm, com marca CE segundo as normas EN 771 3 2003/A1:2005, para revestir, assente com argamassa de cimento M 10, incluindo vergas, assentamento de aros e pré aros, desperdícios e	M2														
			226			267.15			240.01			14.01				

Figura 4 - Medição de Erros e Omissões

Na imagem apresentada podemos o tipo de medição e comparação de artigos medidos pelas diferentes entidades relacionadas com a obra. Foram medidos em fases diferentes, como assim se comprova na figura, medições de contrato, medições na fase de concurso e medições em fase de obra, tendo por fim sido calculadas as diferenças a apresentar.

Fiscalização

A fiscalização é uma presença constante nas obras públicas, podendo ser ela feita de várias formas. Neste caso em concreto da referida obra, onde o Dono de Obra é a Câmara Municipal, compete aos serviços públicos da Câmara exercer uma fiscalização oficial, que pretende verificar se as condições expressas na licença de construção são cumpridas e juntamente com esta entidade compete ao ACT (Autoridade para as Condições de

Trabalho), a verificação nestas obras do cumprimento das disposições do Regulamento das Instalações Provisórias destinadas ao pessoal empregado nas obras, do Regulamento de Segurança no trabalho de construção civil e de toda a legislação aplicável em matéria de segurança e saúde no trabalho. (Almeida e Dias 2016)

Foram realizadas reuniões semanais com a fiscalização e presença da arquiteta responsável pelo projeto, onde foram esclarecidas todas as dúvidas no projeto, verificações do trabalho, discussão de processos e alternativas no projeto e todos os elementos que teriam necessidade de debate sobre os trabalhos ocorridos.

Segurança

À semelhança das reuniões com a fiscalização, e fazendo conta que a segurança é um meio de fiscalização de todos os meios, inclusive do empreiteiro, foi realizada reuniões de segurança em dias diferentes às reuniões de fiscalização, sem motivo aparente. Com a presença dos responsáveis da segurança de ambas as partes, empreiteiro e Dono de Obra, foram programadas e definidas variadas vezes processos e medidas de segurança relativamente a determinados trabalhos.

Autos-Medição

Um dos temas muito debatidos durante as reuniões com a fiscalização foi a elaboração de autos de medição. Os autos de medição são um método de medição periódica onde é dada uma noção do decorrer dos trabalhos e onde é contabilizado a quantidade de trabalho realizado, que neste caso coincidia com a faturação desse mesmo período pelo Dono de Obra. Os autos, à parte da importância financeira, onde é uma preocupação para o diretor de obra, onde o volume de trabalho tem que se assemelhar com o definido devido às previsões financeiras, também nos dão uma perspetiva de como se estão a desenvolver os trabalhos conforme o programado nos planeamentos previstos.

O método de faturação ficou estabelecido na assinatura do contrato de adjudicação, ficando combinado com o Dono de Obra como este se iria exercer. No entanto como referido em relação ao volume de trabalhos, o Dono de Obra pode exigir que o programa

de trabalhos seja apresentado conforme a imposição de valores limites de faturação acumulada em função do prazo de execução da obra. (Almeida e Dias 2016)

1. Centro Escolar do Loreto (Eiras) - ARQUITECTURA		CONTRATO			Medições Câmara			May-16		Jun-16		Jul-16	
					Medições Câmara	Saldo Acumulado	Diferença	Quant	Valor	Quant	Valor	Quant	Valor
1.9 TECTOS									0		-		-
1.9.1	Rebocos								0		-		-
1.9.1.1	Fornecimento e aplicação de chapisco e reboco com acabamento areado fino em tectos, com argamassa de cimento e areia ao traço 1:4, desempenado e acabado pronto a receber pintura, incluindo, quando for o caso, a junção de aditivo hidrófugo, alhetas de ligação com paredes (2x2cm), sancas, arestas.	M2	43.5		35.11	43.5	-8.39		0		-		-
1.9.2	Placas de gesso cartonado								0		-		-
1.9.2.1	Execução de tectos falsos com o sistema tipo "KNAUF" ou equivalente, formado por uma placa de gesso cartonado tipo "Knauf Standard" de 12,5mm de espessura, aparafusada a uma estrutura metálica de aço galvanizado de mestras primárias 60x27x0,6mm, moduladas a 1000mm e mestras secundárias fixas à laje a cada 900mm, incluindo todos os trabalhos, materiais e acessórios necessários ao seu perfeito acabamento, alçapões com mola nas dimensões necessárias para acesso às infraestruturas e pronto a receber pintura com primário.	M2	426		462.8	383.4	79.4	79.4	1,071.11		-		-
1.9.2.2	Execução de tectos falsos com o sistema tipo "Knauf FDN" ou equivalente, formado por uma placa de gesso cartonado perfurado (perfurações quadradas) de 13 mm de espessura, manto acústico no reverso aparafusado a uma estrutura metálica de aço galvanizado de mestras primárias 60x27x0,6mm, moduladas a 1000mm e mestras secundárias fixas à laje a cada 900mm, incluindo todos os trabalhos, materiais e acessórios necessários ao seu perfeito acabamento, alçapões com mola nas dimensões necessárias para acesso às infraestruturas, sancas, remates e pronto a receber pintura com primário.	M2	683.5		579.48	410.1	169.38	119.38	3,355.77		-		-
1.9.2.3	Execução de tectos falsos com o sistema tipo "KNAUF" ou equivalente, formado por uma placa de gesso cartonado hidrófugo tipo "Knauf Standard" de 12,5 mm de espessura, aparafusada a uma estrutura metálica de aço galvanizado de mestras primárias 60x27x0,6mm, moduladas a 1000mm e mestras secundárias fixas à laje a cada 900mm, incluindo todos os trabalhos, materiais e acessórios necessários ao seu perfeito acabamento, alçapões com mola nas dimensões necessárias para acesso às infraestruturas, sancas, remates e pronto a receber pintura com primário.	M2	125.5		124.65	112.95	11.7	11.7	170.59		-		-

Figura 5 - Exemplo de Auto de Medição exercido em obra

Na figura apresentada é mostrado o tipo de documento onde eram contabilizados os autos de medição para cada mês de execução de obra. Em relação às medições definidas em contrato de todos os artigos, estas eram contabilizadas em cada mês conforme o seu estado de desenvolvimento ou conclusão, levando depois à faturação do trabalho efetuado no final de cada mês.

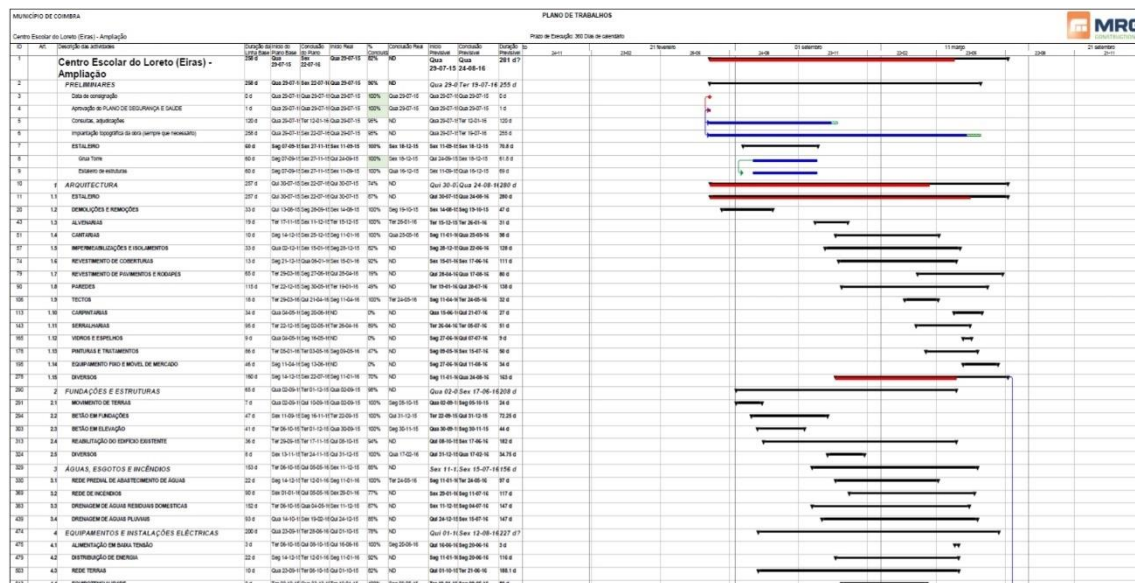
Organização de equipas e subempreitadas

O trabalho de gestão do Diretor de Obra entra em foco quando a organização de todos os recursos que põem o desenvolvimento dos trabalhos em causa, depende deste. O Diretor de Obra, conforme a sua perspectiva e definição do plano de trabalhos, em conformidade com os equipamentos disponíveis e os materiais tem que organizar as equipas de frente de obra de forma a que a produtividade da construção seja alta e rentável.

Desta forma o balizamento das atividades conforme o trabalho realizado e a antecipação e controlo das equipas é extremamente importante.

Foi desenvolvido muitas das vezes um trabalho de balizamento durante diferentes fases da obra através do planeamento geral, tendo sido também necessário aquando de certas fases e fase terminal da construção um planeamento de trabalhos semanal e mapas de presença e equipas. Isto porque numa fase conclusiva da obra, a quantidade de subempreitadas tornou-se elevada e a gestão de presença e de trabalho tornou-se

complicada, o que levou a várias reuniões e chamadas de atenção em relação às subempregadas.



4. Construção e Reabilitação do Centro Escolar do Loreto

4.1. Apresentação e Caracterização da Obra

Aquando a realização de uma conversa com a empresa acolhedora, MRG, Construction, relativamente à obra a acompanhar, ficou estabelecido, até por motivos de deslocação que a obra que iria acompanhar seria da construção e reabilitação de um Centro Escolar, que ficava relativamente próximo dos escritórios da empresa.

Como já referenciado anteriormente, a obra foi adjudicada a partir de um concurso público lançado pela Câmara Municipal de Coimbra, com auxílio de fundos para o seu financiamento, sendo a CMC o Dono de Obra. O processo da obra foi adiado durante aproximadamente três anos, onde os projetos de arquitetura e estrutura, assim como os seus estudos e licenças, eram datados de 2011 e 2012, o que originou algumas incompatibilidades em relação a materiais ou ideias que durante o decorrer da obra foram sendo esclarecidas com os respetivos técnicos projetistas.

A obra refere-se à ampliação e remodelação da antiga Escola do 1º Ciclo e Ensino Básico do Loreto, com o objetivo de estar dotada com condições para funcionar como um Centro Escolar. Um Centro Escolar que terá capacidade para acolher 150 alunos do pré-escolar, primeiro ciclo e alunos com necessidades educativas especiais. (odespertar 2015)

A finalidade da ampliação será, com a abertura do ensino pré-escolar e o melhoramento das condições, uma resposta à falta de oferta de ensino pré-escolar que se verifica na zona em questão. A escola situa-se num terreno inserido em área classificada como “Zona verde de proteção”, que de acordo com o Plano Diretor Municipal e Plano Pormenor da Estaco (antiga empresa localizada nesta área) e Zona envolvente, possibilita remodelar e recuperar as construções existentes nesta área e intervencionar na utilização do solo devido à existência de planos de pormenor. O Centro Escolar irá servir a comunidade de Eiras, Adémia e Trouxemil, que com estas mudanças terá condições para satisfazer para manter os seus filhos na zona. (Silva 2011)

Durante a execução dos trabalhos, o funcionamento da escola foi transferido para instalações provisórias, por isso a necessidade e importância de terminar a obra no prazo planeado, possibilitando iniciar o próximo ano letivo já nas novas instalações.

A escola era composta por dois edifícios antigos separados, localizados numa extensão longa de terreno onde estavam inseridos no fundo deste mesmo terreno. Este terreno estava delimitado por rede e continha vários eucaliptos no meio do terreno e o seu solo era de terra batida. Os dois edifícios já não ofereciam condições adequadas ao ensino atual, sendo os edifícios muito antigos e não capacitados para receber muitas pessoas. Eram compostos por duas salas de aula em cada edifício respetivas instalações sanitárias em cada um destes.

Nos capítulos seguintes será explicado de forma mais técnica os estudos e projetos que compõem a obra e assim que haja a presença de salientar algum problema e solução ocorrida e solucionada em obra será feito de um ponto de vista explicativo e de informar conforme o fato de apresentar as ocorrências em dia de obra.

4.2.Trabalhos Preparatórios

Neste capítulo os trabalhos descritos são referenciados tentando corresponder a um desenvolvimento, de certa forma, cronológico dos acontecimentos. Estes trabalhos correspondem aos trabalhos iniciais realizados assim que a obra foi adjudicada e pôde ser dado começo aos trabalhos no terreno.

Fazem parte deste capítulo trabalhos como a implantação do estaleiro, demolições e remoções e o estudo geológico realizado, ou seja, trabalhos de preparação para a construção.

4.2.1. Estaleiro

Como falado anteriormente, o estaleiro é uma peça fundamental no desenvolvimento da obra pois é lá que se encontram todos os elementos de apoio a tudo o que seja necessário no decorrer dos trabalhos, como todos os projetos da obra, fichas de materiais, fichas de pessoal, contratos de subempreitadas, entre outros.

O estaleiro deve ser planeado conforme as características do terreno definido para o local de obra e corresponder a locais que de certa forma não interfiram nas frentes de trabalho. Conforme os projetos que marcam os locais a intervir a visita ao local é importante para definir e planear o estaleiro da obra e criar a respetiva planta deste. A planta de estaleiro serve para de uma forma organizacional ocupar o terreno mais conveniente, ou mais desocupado para os progressos dos trabalhos, visto que este terá o intuito de ser ocupado

por diversos materiais, como gabinetes de direção e reunião, contentores de ferramentas e maquinaria que sejam necessárias durante algum período na obra. É por isso que de forma a facilitar toda a circulação e a precaver a segurança é importantíssima a criação de uma planta de estaleiro com toda a informação devida e aprovada pelo Dono de Obra.

Na obra desenvolvida o terreno escolhido para a localização do estaleiro foi um local que fazia parte do terreno da escola, mas que no projeto de implantação dos novos edifícios não estava programado qualquer tipo de construção que durante largos tempos da obra fosse necessário ocupá-lo, apenas estava previsto para esse local uma recolocação dos terrenos e parte do parque de estacionamento exterior à escola, tudo tarefas que só foram programadas e realizadas junto ao término da obra, onde os trabalhos de construção são menos e o trabalho corrente na obra funcionava mais à base de subempreitadas, sendo uma fase onde a ocupação dos terrenos era menor. Ficou assim escolhido esse local para estaleiro.

A planta de estaleiro com o decorrer dos trabalhos sofreu ligeiras modificações que foram devidamente informadas e apresentadas ao coordenador de segurança e respetivamente aprovadas pelo dono de obra. Na sequência destas alterações, sempre que eram definidos novos locais de passagem ou se mudasse qualquer contentor ou instalação sanitária de apoio foi modificada e sujeita a aprovação nova planta de estaleiro.



Figura 7 - Planta de Estaleiro presente em obra

Na figura acima é apresentada a planta de estaleiro já modificada e aprovada com as modificações referidas anteriormente, contemplando na mesma medida, todos os elementos necessários de apoio à obra, sofrendo apenas algumas modificações na sua organização devido ao espaço de construção estar a ser ocupado pelo estaleiro e assim ter de ficar livre para a continuação das obras.

4.2.2. Demolições e Remoções

Para a execução e implantação de novos edifícios é essencial que os terrenos em que estes estejam projetados estejam, antes de qualquer início de trabalhos, devidamente limpos. As primeiras atividades a realizar para começo dos trabalhos de limpeza são sempre, caso seja necessário, as demolições e remoções. Esta atividade varia conforme o estado dos terrenos e os elementos que nele estão inseridos e definidos em projeto. Foram assim realizados ao mesmo tempo que as demolições tarefas como a Limpeza e Regularização do terreno em si, como desmatação, corte de árvores, desenraizamento, decapagem, entre outros. Como estes trabalhos se tornam muito suscetíveis a grandes movimentos de maquinaria ou de choques, como quedas de árvores, podem ocorrer várias implicações que põem em risco a segurança dos trabalhadores, como algum corte de instalações provenientes ou ligados a terrenos vizinhos, queda de algum tipo de material que possa interferir no desenrolar dos trabalhos. Para isso é sempre necessário efetuar desvios e cortes de quaisquer infraestruturas que tenham o seu correto funcionamento em causa devido a estes trabalhos. Devido a este facto, foi realizado uma primeira análise ao terreno antes de se iniciar qualquer tipo de trabalhos. Como de caso aconteceu no início dos trabalhos nesta obra, onde devido à presença de árvores de grande porte, foi necessário a contratação de alguém que fizesse esse trabalho especializado e o desvio e corte de infraestruturas como, fios e cabos de eletricidade e mesmo sanitárias e de abastecimento, que ligavam aos edifícios existentes no terreno.

Para a correta implantação da obra foi feita a remoção do pavimento exterior existente, sendo feita uma limpeza geral do terreno com 20 cm de espessura.

O objetivo destes trabalhos, como também já foi referido anteriormente é colocar o terreno em perfeitas condições para a obra poder ter início sem qualquer problema, percebendo que quaisquer presenças de recursos naturais no meio são causadores de problemas nas infraestruturas dos edifícios. Falo assim da presença de raízes ou matéria vegetal, assim como qualquer tipo de lixo é prejudicial aos trabalhos.

Como previsto em projeto foi necessário realizar demolições. Considerando estes trabalhos nos anteriores como preparação do terreno para início de trabalhos.

As demolições são trabalhos perigosos que podem ter consequências para quem os realiza ou aos que o rodeiam. Neste caso todos os métodos de segurança tiveram que ser impostos. Antes de qualquer demolição referida anteriormente, é importante a remoção de caixilharias existentes, vãos interiores, instalações elétricas, redes de águas e desmontagem de qualquer tipo de equipamentos.



Figura 9 - Edifício a demolir na totalidade



Figura 8 - Derrube de uma árvore

Estava previsto para os trabalhos de demolição a demolição total de um edifício. Este trabalho foi realizado com recurso a maquinaria pesada, tendo especial atenção no ordenamento da demolição, tendo sempre que começar pela demolição de elementos suspensos, como os telhados, para uma questão de prevenção e segurança. Estas tarefas, devido à elevada quantidade de entulho/lixo, tiveram necessidade de carregamento e transporte dos resíduos para vazadouro. Este transporte foi realizado em conformidade com as recomendações do Plano de Gestão de Resíduos. É previsto que nas obras onde sejam inerentes a “criação” de resíduos sólidos, sejam acompanhadas de um Plano de Gestão de Resíduos, com o intuito de assegurar o cumprimento dos princípios gerais de gestão de resíduos de construção e demolição e das normas respetivamente aplicadas. Desta forma incumbe ao empreiteiro a execução deste plano, promovendo a reutilização ou incorporação de reciclados de resíduos de construção e demolição ou o seu encaminhamento de forma devida para um operador de gestão licenciado. (Ambiente s.d.)

Demolido todo o edifício foi dado início às demolições parciais. Estava definida a reabilitação do primeiro edifício, o edifício que se encontrava na parte da frente do terreno. O seu estado de conservação não era o melhor e este estava a degradar-se com o tempo e considerando que as condições de quaisquer dos edifícios já não conseguiam

satisfazer as necessidades regulamentares nos dias que correm e nem eram as mais agradáveis, a solução foi mesmo a de demolição parcial, quase total do edifício, restando apenas as paredes resistentes de alvenaria de pedra. Os edifícios apesar de terem sofrido várias reestruturações e modificações continham ainda meios rudimentares e a nova instalação de equipamentos novos tornava-se difícil e poderia pôr em causa a estrutura do edifício e os seus equipamentos.

Esta demolição parcial do edifício, deu-se início na demolição dos telheiros exteriores e das casas de banho existentes. No seguimento das demolições totais dos telheiros e casas de banho, foram realizadas as demolições/remoções da cobertura do edifício, das paredes interiores, do pavimento interior e exterior do edifício e do revestimento das paredes. Todas estas demolições foram com o intuito de dar uma nova vida ao edifício e reestruturá-lo de maneira a que esteja em condições de ter mais uns anos pela frente, mantendo a sua identidade.



Figura 10 - Limpeza do interior das salas



Figura 11 - Remoção do teto interior do edifício

Estes trabalhos começaram pela limpeza do interior do edifício, e com a marcação de todos os locais onde fossem necessárias demolições com recurso a maquinaria. Foram removidos todos os materiais existentes nas salas e começaram desta forma com as pequenas demolições interiores, como as do pavimento em madeira e do teto.

Posteriormente foram removidas as telhas da cobertura e começaram as demolições propriamente ditas. Removeu-se a estrutura da cobertura do edifício, o telheiro exterior e as paredes das casas de banho, marcadas na figura seguinte, como já indicado anteriormente. Foram deixados alguns elementos que posteriormente foram retirados, como algumas janelas e portas no edifício. A demolição das paredes interiores só se sucedeu quando estes trabalhos estavam finalizados. De referir que os resíduos que iam

ficando expostos foram colocados num local definido no plano, sendo estes retirados do seu local faseadamente.



Figura 12 - Demolições parciais do edifício

Como forma de dar ao edifício a mesma caracterização que este apresenta foi marcado em projeto algumas reparações de elementos que o definiam, como o caso da pérgola exterior, os azulejos exteriores e a porta de entrada. A pérgola e os azulejos foram mantidos com o decorrer dos trabalhos. Ficou assim definido que a estes elementos era dada devida proteção durante o decorrer dos trabalhos, sendo que, em relação aos azulejos foram retirados alguns em zonas que não seria necessário voltar a aplicar e foram devidamente guardados, também devido à dificuldade de encontrar novos azulejos com a mesma cor e as mesmas características. No caso da porta foi das primeiras coisas a ser retirada, aquando da limpeza do edifício. Um outro elemento que foi retirado para posterior aplicação foram as redes presentes nos muros de vedação e desta forma foram guardadas.



Figura 13 - Estado final do Edifício Antigo

Terminados os trabalhos de demolição, remoção e consequente transporte do lixo para vazadouro, ficou concluída esta fase e o terreno e edifícios dados como prontos para dar início à obra em si, podendo dar inícios aos trabalhos e implantação.

4.2.3. Estudo Geológico

Numa primeira análise, com o intuito de entender o tipo de terreno com que se iria trabalhar, foi feito um estudo geológico. O estudo geológico realizado foi simples e passou primeiro por uma análise informativa do local onde a obra iria ocorrer e só depois um estudo prático no local.

Com o estudo, Caracterização Geológica da zona alvo, foi feito um enquadramento geológico da zona que é caracterizada como zona de lazer/parque desportivo e se situa na parte Norte da cidade de Coimbra, na freguesia de Eiras.

Através de uma análise de elementos documentais sobre a geologia da zona pôde-se concluir que a geologia do local contém as seguintes características:

- Elementos cartográficos e descritivos de áreas envolventes à zona de projeto;
- Levantamento das condições geológicas de superfície, baseado na Carta Geológica de Coimbra Norte;

Conclui-se que o Concelho de Coimbra se estende pela região do confronto dos metamorfitos pré-câmbrios do Maciço Hespérico. De um modo geral e tendo em consideração estudos publicados sobre o Triásico- Jurássico da área urbana de Coimbra, este exprime-se fundamentalmente, pela articulação de unidades que se encontram organizadas do pólo greso-conglomerático ao carbonatado, assentando nos xistos pré-câmbrios do denominado Complexo Cristalofílico. (Silva 2011)

De acordo com a Carta Geológica de Coimbra Norte, na área de projeto, os terrenos pertencem à unidade Calcários de Loreto, datados de Domeriano.

Para efeitos de caracterização das ações sísmicas, considerou-se, o Regulamento de Segurança e Ações para Estruturas e Pontes, que divide o país em quatro zonas. Que por ordem decrescente de sismicidade são designadas por A, B, C e D. Afirma-se que para o terreno em estudo que se enquadra na segunda zona de menor risco sísmico (zona C), que designado por coeficiente de sismicidade para a zona em questão é 0.5. Para além do referido e segundo a carta de ossistas de intensidades máximas, identifica-se que a área se encontra numa área de intensidade sísmica máxima de grau 7. (Silva 2011)

Relativamente ao estudo geológico feito no local, este foi considerado conforme a localização dos novos edifícios com vista à ampliação da escola, para isso o método utilizado foi um plano de prospeção que passou pela abertura de 3 poços (identificados nos documentos de P1 a P3), recorrendo a uma retroescavadora nos locais assinalados na figura seguinte.

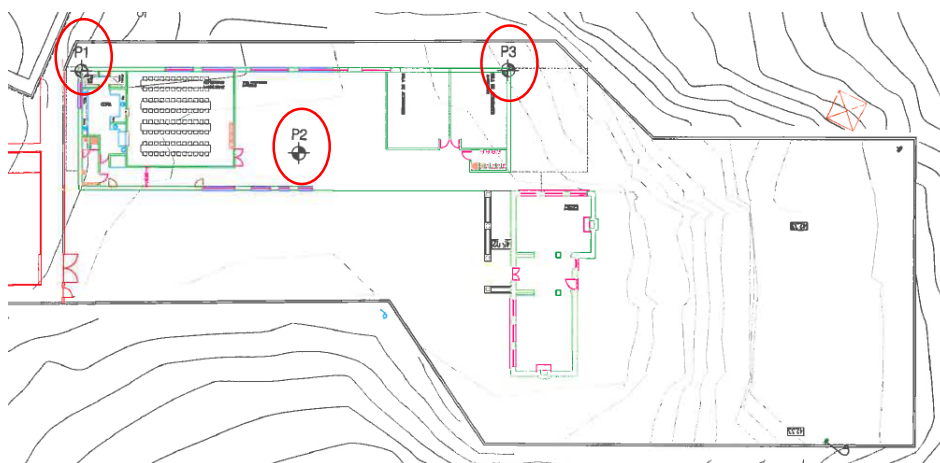


Figura 14 - Localização Poços de Inspeção no terreno

A prospeção permitiu uma observação direta das litologias no local em estudo e a elaboração de relatórios individuais de cada poço de prospeção e respetivas fotografias.



Figura 15 - Poços de inspeção 1, 2 e 3, respetivamente

As dimensões dos poços foram de aproximadamente 3 metros de comprimento por 1 metro de largura, sendo as profundidades variáveis conforme o objetivo se tivesse dado como alcançado ou o limite de potência de escavação da máquina tivesse sido atingido, com 1,75m no primeiro poço, 1,95m no segundo e 2,55m no terceiro poço de prospeção. Pode-se então concluir com base nos perfis do terreno observado que este pode ser dividido em 3 categorias a partir da superfície:

Superiormente encontrou-se uma camada de terra vegetal, bem visível nos vários poços com uma espessura de aproximadamente 0,30m, castanha e com intercalação de raízes. Seguidamente encontrou-se uma camada fina de tonalidade amarela, com intercalações argilosas. Também nesta camada é detetada uma ligeira impregnação arenosa. Por fim, a última camada perfurada é constituída por um calcário, homogéneo, que se apresenta de muito compacto a mediamente compacto.

Com os dados recolhidos quer através dos documentos analisados ou até mesmo da prospeção no terreno pode-se ter o conhecimento da distribuição das unidades geológicas em profundidade.

Como referido anteriormente, superficialmente os solos encontram-se soltos e descomprimidos, revelando deficientes condições de fundação devido à sua baixa resistência e à elevada deformabilidade, pelo que a camada superficial foi removida. Foi possível alcançar, logo abaixo dos terrenos soltos constituintes da camada de terra vegetal, um nível fino, com intercalações argilosas e ligeira impregnação argilosa. Esta camada, embora já tenha alguma resistência, apresenta algum aspeto de alteração dos materiais, tendo alguma heterogeneidade nas características de resistência. Desta forma, aconselhou-se a que também esta camada seja removida da zona da construção das sapatas. (Silva 2011)

Foi detetada em todos os poços, uma camada de calcário compacto tendo evidenciado pelo perfil de investigação, uma maior capacidade resistente e uma maior uniformidade em termos de comportamento.

Como não foram realizados ensaios relativos à tensão admissível retirados das amostras dos solos aquando da realização dos poços de prospeção, admitiram-se valores através de tabelas técnicas para os calcários. Desta forma foi sugerido um valor para a tensão admissível de 150 kPa. (Silva 2011)

De referir que, não foi detetada qualquer presença de água.

4.3. Implantação Novo Edifício

4.3.1. Escavação e Movimento de Terras

Limpo o terreno, demolições terminadas, começaram os trabalhos de iniciação à construção nova.

O processo seguinte, como já referido, é o de marcação do terreno a construir. Este é um trabalho de extrema importância onde qualquer erro pode ter influência em todo o desenvolvimento da obra.



Figura 16 - Marcação do terreno a construir

O trabalho começou, relativamente aos projetos, pela identificação de um ponto guia para a marcação dos limites do terreno do novo edifício. Foi estabelecido como ponto guia o edifício existente e desta forma, conforme as cotas definidas em projeto pode-se iniciar a colocação de estacas, definindo esses limites. Este processo foi repetido até se poder formar duas linhas perpendiculares. Conseguindo colocar todas as estacas e estando elas todas aprumadas e niveladas com o terreno, foram colocadas ripas perpendiculares às estacas como se vê na figura, definindo assim um nível que possa guiar no início dos trabalhos em todo o terreno.

De seguida com a presença dos projetos devidamente cotados e à escala, começaram-se a marcar os locais das fundações e as suas respetivas dimensões. Com a marcação do terreno de implantação concluída, começou-se nova marcação, agora dos locais sujeitos a escavação para implantação das fundações.

Nesta etapa foi necessário fazer um trabalho de acompanhamento das marcações para que nada ficasse fora do que estava projetado.

Os trabalhos de Movimentos de Terras nesta fase foram essencialmente, para a abertura dos elementos a cotas mais baixa, como poços de fundação, muros de suporte de terras e todos aqueles onde fossem necessárias escavações a determinada profundidade.



Figura 17 - Escavações para implantação de fundações

Tecnicamente estes trabalhos de escavação não são pormenorizados ao ponto das medidas exatas em projeto, mas no caso da abertura de caixa para os elementos de fundação é essencial que estes sejam um pouco maiores para a colocação de cofragens, regularização de fundo e realização de todos os trabalhos necessários em segurança e qualidade.

Como referia anteriormente, na figura anterior consegue-se observar a abertura dos locais de fundações e o início de trabalhos de fundação. Estes trabalhos foram realizados por fases, como demonstra a imagem, primeiro a abertura dos locais de fundação na parte de trás do terreno e à medida que estes trabalhos iam avançando foi-se começando a realizar os poços de fundação que conforme o estudo geológico são necessários para a estabilização das fundações.

A escavação dos locais dos poços de fundação foi realizada conforme as profundidades definidas em projeto, no entanto, essa apreciação final foi feita no local aquando a escavação, visto que em locais diferentes poderiam haver terrenos com espessuras diferentes daquelas analisadas no estudo. Desta forma em todos os locais a colocar as fundações, esta escavação foi feita até encontrar o estrato calcário definido no estudo.

A escavação de terras para abertura de caboucos e valas inclui baldeação dos produtos escavados e todos os trabalhos acessórios. Os caboucos e valas foram abertos, não só de acordo com o projeto, mas também com uma largura que permita a boa execução dos

trabalhos, mas nunca inferior a 0,50 m. O fundo deverá ser bem regularizado, nivelado e estabelecido à profundidade necessária para que o terreno suporte com segurança as tensões previstas no projeto.



Figura 19 - Abertura de valas e Regularização terreno



Figura 18 - Aterro

Realizados os trabalhos de fundações, foi realizado o aterro dos volumes de terra necessários para completar o enchimento dos caboucos e valas. Estes terrenos foram devidamente consolidados de forma a que as terras laterais ficassem bem apertadas de encontro às fundações retirando-se todas as cofragens que tenham sido necessárias depois de um tempo de presa do material betonado ser respeitado.

Assim como os resíduos das demolições e remoções, os solos provenientes das escavações também são sujeitos ao Plano de Gestão de Resíduos. No entanto, visto que durante o progresso da obra foram necessários mais movimentos de terras, estes iam sendo deixados ao fundo do terreno da escola ou mais posteriormente em zona de estaleiro, tendo um acesso mais facilitado e possibilitando uma gestão dos movimentos de terras de forma mais económica e planeada.

4.3.2. Poços de Fundação

Perante os resultados do estudo geológico realizado no local e como já foi referido anteriormente, o solo presente no local de implantação não apresenta características superficiais suficientes para suportar os esforços do edifício. Desta forma e perante os resultados do estudo, o terreno que apresentava alguma resistência, camada de calcário, encontrava-se a alguma profundidade e as fundações, numa questão de segurança, deveriam assentar sobre essa camada. Como não era uma solução viável, optou-se por recorrer a poços de fundação com betão ciclópico sob as sapatas, para mobilizar a resistência para cotas favoráveis às cotas definidas em projeto. Desta forma, a

profundidade dos poços de fundação sob sapatas ficou marcada pela profundidade do estrato de calcário e pela cota da base das sapatas, sendo que na presença de poço de fundação sobre alguma sapata não se utiliza betão limpeza.

Os poços de fundação, são basicamente parcelas de terreno com determinada dimensão que fazem a vez de camadas de solo menos resistentes, sendo os poços compostos normalmente por betão, oferecendo assim ao local em questão a resistência necessária.



Figura 20 - Poços de Fundação com começo Fundações

Tecnicamente e de forma a prever um bom encastramento do poço ao solo em toda a sua proporção, todos os buracos escavados para o poço de fundação foram abertos com mais 0,30 m de profundidade depois de ser encontrado o estrato resistente. Feito isto, os poços foram preenchidos até à cota da base da sapata por betão ciclópico. Este enchimento foi feito por intermédio de camião-bomba. O betão colocado para estes elementos foi um C20/25 com a particularidade de ser realizado com uma proporção de 40 % de pedra rachão e 60 % de betão. À semelhança dos elementos estruturais e devido às propriedades do betão, como será explicado mais à frente, os poços de fundação com a finalidade de permitirem uma maior resistência à compressão do betão foi feita uma mistura com menos quantidade de agregado, permitindo uma maior consistência do produto final e sendo este um elemento importante na estrutura do edifício.

4.3.3. Sapatas

As fundações são os elementos que recebem as ações dos pilares e as transmitem diretamente ao solo, neste caso aos poços de fundação. Neste edifício foram utilizadas na sua generalidade sapatas isoladas, que servem de apoio a apenas um pilar. Estão presentes também na obra sapatas conjuntas, onde são transmitidos os carregamentos à sapata de pilares e paredes estruturais ou mesmo de dois pilares e também a presença de sapata

contínua, que serve de apoio a um muro de contenção do pavimento de terras e que o confere em toda a sua extensão.

Como concluído anteriormente no estudo geológico, em termos dimensionais, as fundações foram dimensionadas para uma tensão no solo admitida de 150 kPa. As dimensões das sapatas foram então definidas conforme este valor, tendo a final que é aplicada à sapata, proveniente dos esforços que lhe chegam do edifício ser menor que a tensão admitida do solo.

No caso da obra em questão e como já foi referido, o solo resistente onde deveriam assentar as fundações (como acontece sempre que existam solos com boa capacidade resistente) encontra-se a uma profundidade não desejável para colocação de fundações. Desta forma, foi solucionado a realização de poços de fundação que mobilizam a resistência do solo à cota desejável. Neste caso as fundações assentaram, em caso de o estrato resistente encontrado pela escavação ser a uma cota superior da cota da base da sapata, nos poços de fundação. Desta feita, como as sapatas assentam sobre os poços de fundação, os efeitos do solo, como o deslizamento ou assentamento tornaram-se menores. Assim a armadura das sapatas apenas foi calculada para esforços de flexão recorrentes dos momentos nas duas direções da sapata, relativamente ao esforço normal.

Os trabalhos foram definidos e realizados conforme a evolução dos trabalhos anteriores, por exemplo, após a colocação e realização dos poços de fundação, já parte das sapatas estavam armadas, assim como elementos como vigas de fundação e pilares. Então à medida que os poços de fundação conseguiam apresentar alguma presa, começaram a ser colocadas as armaduras das sapatas no respetivo local, assim como o arranque dos pilares e mesmo das vigas de fundação, como é mostrado na figura anterior.



Figura 21 - Armação de Sapatas sob Poços de Fundação

Desta feita foi estipulado e definido tecnicamente que as sapatas que assentavam sob poços de fundação não necessitam da aplicação de camada de betão limpeza, como se pode verificar na figura anterior onde as armações das sapatas assentam sob o betão do poço de fundação com a colocação de calços de apoio da malha, não deixando a armadura entrar em contacto direto com a superfície rugosa do poço de fundação. No entanto, nas sapatas onde não foi necessário estarem sob poço de fundação, foi colocada uma camada de 10 cm de betão limpeza e realizado o nivelamento da base da fundação.

Todos os elementos enterrados e em contato com terras foram impermeabilizados com uma emulsão betuminosa.

4.3.4. Vigas de Fundação

Como elementos de apoio das fundações, estão presentes as vigas de fundação que fazem a ligação entre as sapatas do edifício. São elementos de betão armado que exercem, neste caso, maioritariamente a função de travamento horizontal dos maciços, onde absorvem momentos fletores na base dos pilares, estes que resultam das ações horizontais, funcionando também como o suporte das paredes exteriores. Desta feita, são dimensionadas baseando-se nos esforços horizontais de tração e compressão. Assim as reações na base dos pilares são transmitidas diretamente para as sapatas.

Na sua execução, como se pode ver nas figuras anteriores, foi realizada a escavação para a colocação destes elementos. A abertura dos caboucos foi realizada obedecendo às mesmas regras que foram utilizadas para os outros elementos enterrados, sempre com 5 cm superior às dimensões destas. Foi colocada em toda a sua extensão uma camada de 10 cm de betão limpeza, isto sem qualquer tipo de cofragem colocada. A armação das vigas de fundação foi realizada depois da colocação da armadura inferior das sapatas e o arranque dos pilares.



Figura 22 - Armação de Sapatas, Vigas de Fundação e Pilares

Como estava definido em projeto haviam vigas de fundação com diferentes dimensões e isto levou a betonagem faseada. Com as armaduras das vigas de fundação terminadas,

assim como naturalmente terminadas as armações das sapatas e todos os pilares com arranque, foram colocadas as cofragens com as dimensões projetadas.

Foi feita uma primeira betonagem, por intermédio de camião bomba, fazendo a betonagem para todos os elementos, vigas de fundação e sapatas. Esta primeira betonagem foi executada até à cota da base superior das sapatas, ficando a betonagem toda ao mesmo nível. Como mencionado anteriormente, existiam vigas de fundação onde a sua altura era maior que a cota superior das sapatas, desta forma, optou-se por uma segunda betonagem onde foram só betonados os elementos cofrados, neste caso o que restava das vigas de fundação.

Ficando terminados os trabalhos de fundação, foram realizados os movimentos de terras também já mencionados para tapar todos os buracos e definir bem o terreno à sua cota bem compactada, e dados por terminados os elementos de fundação.



Figura 23 - Cofragem final Vigas Fundação

4.3.5. Muro de Contenção do Pavimento térreo

O edifício novo não está todo ele suportado por sapatas sob poços de fundação. Devido às cotas do terreno, no canto traseiro do edifício junto ao limite do terreno, serem muito diferentes, foi solucionado que para essa determinada zona, como era uma área com um desnível um pouco significativo tornava-se perigoso a colocação de fundações sobre aterro e seria demasiado dispendioso uma grande extensão de poço de fundação, ficando definido a implantação de um muro de suporte, que funciona assim este como muro de suporte do pavimento térreo. Isto também porque com o desnível a que o terreno fica sujeito, o muro fica vulnerável a impulsos proveniente dos dois lados dos terrenos que suporta, tendo sido dimensionado o muro para resistir não só aos esforços normais como aos limites de rotura. Estes muros foram então dimensionados considerando a

continuação do respetivo modelo do edifício, ou seja, tentando coincidir a espessura do muro a colocar com a espessura das vigas de fundação existentes. O muro foi considerado em consola, funcionando a sua fundação como contínua ao longo da extensão do muro e a sua armadura resistente aos esforços de deslizamento e derrubamento.

Nesta zona do recreio foi definida a colocação de uma parede estrutural que suporta uma escada. Essa parede estrutural foi marcada em projeto como sendo suportada por uma sapata, interrompendo assim o Muro de contenção no seu seguimento. Assim foi realizado o muro de contenção a suportar toda a zona do recreio, preterindo a realização da sapata de fundação, como se consegue ver na figura anterior. No local em que está armada a parede deveria estar uma sapata a suportá-la.



Figura 24 - Muro Contenção Pavimento Térreo

Referir que, após a execução do muro este foi devidamente drenado, com a presença de tubagens junto à sua fundação e drenando para caixas próximas, podendo evitar de certa forma a presença de algum tipo de água. Também de referir que, como em todos os elementos enterrados, foi colocada a emulsão betuminosa nestes elementos e aquando da colocação dos aterros estes foram faseadamente compactados.

4.3.6. Pavimento Térreo

O Pavimento Térreo pode funcionar como um elemento de suporte ou fundação de outros elementos construtivos. Apesar de estar contido neste contexto, o pavimento teve várias fases, de maneira a que só foi avançando até à sua conclusão quando outros trabalhos que condicionassem o seu estado ainda não tivessem concluídos. Mais concretamente,

trabalhos pesados que, caso o pavimento térreo fosse realizado de uma só vez, pudessem interferir e afetar a sua consistência.

Podendo-se explicitar a constituição do pavimento térreo utilizado, podemos concluir a utilização de várias camadas, começando pela colocação sobre o terreno bem compactado de duas camadas drenantes de brita, onde foi colocada primeiro uma camada de granulometria maior, com posterior recalçamento e de seguida nova camada de brita, desta vez com menor granulometria, também sujeita ao recalque. Posteriormente a estas camadas granulares foi colocado filme de plástico sobre toda a camada de brita. Este filme de plástico tem como objetivo reduzir o atrito entre as camadas granulares e as próximas camadas do pavimento e de impedir a absorção de água por parte também das restantes camadas, que são de betão. Após a colocação do filme plástico foi realizada uma camada de betão limpeza de apenas 5 cm para preparar a superfície para a colocação do enchimento com massame armado com rede malhasol numa espessura de 15 cm.

O massame colocado pode-se considerar como massame dessolidarizado, pois após a colocação do betão limpeza foi colocada tela asfáltica sobre essa camada. Isto permite separar o pavimento das deformações da estrutura, sendo adequado se for necessário realizar enchimentos, como foi o caso e funcionando a tela asfáltica como eficaz barreira ao vapor, impedindo a subida de humidade do estrato.

Desta forma, terminados os trabalhos de fundação e os respetivos aterros e já com a maioria das armaduras dos primeiros elementos de elevação colocadas foi programada a betonagem destes primeiros elementos de elevação, os pilares, sem que quaisquer trabalhos para colocação do pavimento de terras tenham sido realizados. Com a espera da presa dos pilares e a colocação de cofragens nas paredes estruturais, aos poucos foram sendo colocadas as primeiras fiadas da primeira camada do pavimento térreo. Esta primeira camada, como já referido, foi composta por camada de enrocamento 40/70 e foi colocada numa camada de 20 cm sendo realizado um recalque antes que se pudesse colocar outra camada, para ficar bem compactada.

Após esta primeira camada de britas, a execução do pavimento térreo foi interrompida para a realização dos trabalhos para a restante estrutura do edifício. Ficou definido antes que o pavimento fosse finalizado, se acabassem todos os trabalhos estruturais em elevação.



Figura 25 - Colocação primeiras camadas Pavimento térreo

A realização dos pilares foi concluída sem que qualquer trabalho para o pavimento fosse realizado. No entanto, quando os trabalhos de betonagem em relação ao edifício estavam quase concluídos foi colocada a segunda camada do pavimento, camada de regularização de brita 15/25 com 10 cm de espessura após recalque. Foi-se assim prosseguindo os trabalhos com a colocação das restantes camadas acima referidas. Prosseguindo-se então as restantes camadas, como já descritas.

Com a camada de massame já realizada e seca pode-se dar seguimento aos trabalhos de passagem de infraestruturas nos pavimentos de forma a que sejam posteriormente preenchidas com as restantes camadas finais de enchimento e regularização.



Figura 26 - Pavimento térreo realizado sem camadas finais de acabamento

4.3.7. Elementos Estruturais em elevação

Os elementos em elevação são de certa forma aqueles que permitem a transmissão das forças entre os elementos, tendo sido neste caso específico dimensionados de forma simétrica entre os seus elementos devido à rigidez e distribuição de massas, isto porque podem estar sujeitos à ação sísmica.

Pela normalidade dos processos de execução, finalizada a definição do terreno de suporte à estrutura, começa-se logo assim os trabalhos relativos à armação do ferro para sapatas, pilares, muros de suporte e lajes, assim como, a preparação das respetivas cofragens e do betão.

Desta forma, pela ordem cronológica dos processos, assim finalizados os poços de fundação, foram colocados já as armaduras das sapatas e as armações de pilares e vigas de fundação.

4.3.7.1. Pilares

Os pilares são elementos lineares dispostos na vertical onde as forças normais de compressão são preponderantes. Estes elementos recebem, geralmente as ações das vigas e das lajes, sendo estas ações posteriormente transmitidas às fundações. São considerados como os elementos estruturais de maior importância, tanto no ponto de vista de capacidade resistente como em segurança. São os totais responsáveis pela estabilidade global do edifício compondo, paralelamente neste caso com as paredes estruturais, o sistema de contraventamento, juntamente com as vigas e lajes. Assim como é natural nestes elementos, os pilares estarem sujeitos às forças de esforço normal, predominantemente e a efeitos de flexão, sobretudo os momentos fletores.

Relativamente à sua realização os pilares foram começados ainda nem estavam as sapatas betonadas, isto devido ao seu “encastramento” com as sapatas. Com as armaduras de arranque dos pilares, estes foram levantados, sendo que após a betonagem das sapatas garantirem alguma presa, foram começados os trabalhos de cofragem para os pilares e paredes estruturais.

Foram utilizadas chapas metálicas para a cofragem dos pilares, estas deixam um acabamento mais perfeito e na altura da descofragem não deixam qualquer elemento agarrado. A betonagem destes elementos assim como todas as outras foi realizada através

de camião bomba. Nestes elementos foi utilizado betão armado C30/37, XC3, Cl0,4, D22 e S3 e o ferro das suas armaduras era A500.



Figura 27 - Armação e Cofragem de Pilares

4.3.7.2. Paredes

As paredes assim como os pilares funcionam para a transmissão e resistência a ações verticais e horizontais atuantes, foi nessa medida que foram dimensionadas.

Neste projeto são utilizadas algumas paredes estruturais, que apesar de serem elementos com maior complexidade em termos de armação, o processo de execução é praticamente idêntico ao de qualquer elemento estrutural. A execução das paredes do edifício foi feita logo assim que terminada a tarefa da cofragem dos pilares, colocada depois de todas as armações, quer em pilares, quer em paredes. Estes elementos estruturais funcionam como



Figura 28 - Armação de paredes do fosso do elevador

uma laje em sentido contrário, na vertical. Conferem mais estabilidade e resistência. São elementos estruturais bem armados onde só faz sentido a sua utilização quando os elementos a que estão associados para suporte ou transmissão de cargas são de tal forma, sujeitos a grandes cargas.

Neste caso concreto foram utilizadas paredes estruturais para o compartimento do elevador, na zona que suporta a escada exterior, na zona de recreio exterior que suporta uma pala com grande vão e em todos os locais onde, como de forma de cumprimento da arquitetura, os pilares para conseguirem manter um lado sempre com igual dimensão, foi

aumentado o outro sempre que os esforços o exigiam e considerou-se estes elementos de maiores dimensões que os pilares de paredes.

Seguido, como todos os outros elementos de betão, concluídos os trabalhos de armação das paredes, foi realizada a cofragem destas, também por intermédio de chapas metálicas. Devido às funções serem praticamente as mesmas e o betão utilizado por estes elementos ser igual, a betonagem de pilares e paredes foi feita conforme a quantidade de betão que o camião bomba transportava. Desta forma e devido às diferentes dimensões dos elementos, foi-se gerindo o transporte do betão e a betonagem para que se aproveitasse todo o betão transportado e não se deixasse nenhum elemento betonado sem estar acabado ou mesmo mandar de volta algum betão. Também isto devido às cofragens serem necessárias para vários elementos e não poder ser utilizada toda ao mesmo tempo, como se pode comprovar na figura seguinte onde se encontram já alguns elementos betonados, uns com cofragem e outros ainda por colocar cofragem.

Em qualquer transição betonada, ou seja, quando se une uma secção ou elemento já betonado com outro elemento a ser betonado é extremamente necessário que esta zona de junta de betonagem seja limpa e humedecida antes da betonagem.

4.3.7.3. Vigas

As vigas são elementos lineares onde a flexão existente nelas é preponderante, onde a sua função principal é vencer vãos e transmitir as cargas para os apoios, que normalmente são os pilares. Os carregamentos a que estão sujeitos são provenientes de lajes, outras vigas, paredes de alvenaria, pilares, etc., que geralmente são perpendiculares ao seu eixo. A par dos pilares e lajes, como já referido, compõe o sistema de contraventamento responsável por proporcionar a estabilidade global do edifício. O dimensionamento destes elementos é baseado em esforços de flexão e de esforço transversal, sendo por isso sempre necessário a presença de armaduras longitudinais e transversais.

Neste edifício as vigas realizadas são consideradas vigas altas perimetrais. Estas vigas são de alturas nitidamente contrastante com a espessura da laje e complementarmente ao apoio que dão às lajes, as vigas foram definidas e executadas de forma a estabelecer os peitos e as padieiras dos vãos.

O processo de construção das vigas é idêntico ao processo das lajes, na medida que as cofragens e betonagens são colocadas ao mesmo tempo, obtendo-se uniformidade nas ligações, sendo que as armações são realizadas separadamente.



Figura 29 - Colocação de plataforma de cofragem de viga

Primeiramente após a realização dos pilares são iniciados os trabalhos de cofragem dos pisos superiores e neste caso são começadas as cofragens das lajes e vigas. As vigas como normalmente acontece, a sua cofragem ocorre ao mesmo tempo que as lajes e a sua betonagem idem. Nesta obra isso não fugiu à regra, todos os elementos de cofragem foram detalhados para as lajes e vigas. Para as vigas foi necessária a atenção de cofragem devido às suas dimensões e às suas cotas, porque na generalidade estavam sempre mais baixas que a espessura da laje. Relativamente à armação, as vigas são realizadas da mesma forma que os outros elementos em betão armado seguindo criteriosamente os desenhos do projeto, pois a betonagem de lajes e vigas é realizado ao mesmo tempo, acompanhado de compactação do betão.

4.3.7.4. Lajes

As lajes dos edifícios funcionam como as plataformas de suporte dos elementos, sendo que se destinam geralmente a receber as ações verticais aplicadas provenientes da sua utilização. Estas ações verticais impostas nas lajes podem ser separadas em: distribuídas por área (peso próprio, pavimentos), linearmente (carga das paredes apoiadas nas lajes) e concentradas (pilares que apoiam na laje). As ações são maioritariamente transmitidas para as vigas e neste caso concreto diretamente para pilares.

Neste edifício foram dispostos dois tipos de lajes, lajes maciças para as palas de sombreamento, enquanto as lajes utilizadas em grande escala, servindo de lajes de primeiro piso e cobertura são aligeiradas com elementos de aligeiramento de agregados de argila expandida.



Figura 30 - Cofragem zona Punçoamento



Figura 31 - Início Cofragem Lajes

As lajes que constituem este edifício, a par de serem aligeiradas, são fungiformes, podendo considerá-las como laje fungiforme aligeirada.

Em consonância com a funcionalidade do edifício, optou-se por laje fungiforme, pelas vantagens que esta solução apresenta para a funcionalidade que é dada ao edifício. As vantagens da solução prendem-se com a flexibilidade de organização dos espaços, com rapidez de execução associada à tecnologia na construção, fazem com que esta solução seja muito utilizada em edifícios de média e grande dimensão e particularmente em edifícios destinados a serviços.

As lajes fungiformes são lajes contínuas apoiadas diretamente em pilares ou paredes de betão, sem vigas. Esta transferência é feita neste caso específico através de capitéis ou de uma maior espessura na ligação da laje aos pilares. Estas apresentam vantagens como uma menor espessura, facilidade de colocação das divisórias, simplicidade e rapidez de execução, a juntar aqueles que foram referidos, como uma melhor utilização dos espaços. No entanto, os maiores problemas associados centram-se na concentração de esforços de apoio, sendo estes de flexão e punçoamento e a flexibilidade às ações horizontais.

Desta forma, a junção destes tipos de lajes surge com o objetivo de diminuir o peso próprio, utilizando os blocos de aligeiramento na laje. Neste tipo de lajes como é mostrado nas figuras, existem nervuras entre os blocos que por intermédio da armação permitem obter resistência às trações na face inferior. Na zona do pilar, foram calculados os esforços

para resistência ao punçoamento, sendo especificamente uma zona maciça, de forma a aumentar a resistência às forças de corte.

Finalizando o processo de construção das lajes, antes da betonagem, foi colocada uma armadura de distribuição em malha electrosoldada. Estas armaduras pretendem efetuar uma interligação mais contínua e eficaz no seu conjunto, solidarizando-se deste modo os blocos de aligeiramento entre si e o betão complementar. Regularizam a superfície e evitam a fendilhação.

O processo de execução das lajes no edifício começou assim que todos os elementos verticais tivessem preparados ou já betonados e finalizados. Isto conforme o local de início de cofragem das lajes era essencial que já estivessem betonados os elementos verticais.

Este processo da realização das lajes deu-se início pela colocação do sistema de cofragem de lajes utilizado na generalidade das construções. Este sistema simples baseia-se na utilização de vigas de madeira, prumos metálicos e painéis de cofragem de madeira. Neste sistema as vigas são os suportes das placas de cofragem em madeira, contendo elevada capacidade de carga, sendo maciças em toda a sua extensão. As vigas, de forma a gerir o espaço e dando maior consistência ao suporte das placas de cofragem, são dispostas perpendicularmente, onde foi colocada num sentido vigas paralelas umas às outras em contacto com as placas e posteriormente colocadas vigas perpendiculares às já colocadas fazendo estas o suporte as já colocadas, ou seja, um nível abaixo. Desta forma, o suporte da cofragem resiste a maiores cargas pois está mais dividido e a quantidade de prumos a



Figura 32 - Preparação Laje Fungiforme

utilizar é menor. Os prumos metálicos são os elementos que fazem a ligação entre a cofragem da laje pelas vigas com o solo, funcionando como transmissão das cargas para o solo, ou basicamente para segurar a cofragem ao nível a que esta seja pretendida. Os prumos são normalmente compostos por metal duro e robusto, tendo a possibilidade de

serem extensíveis. Já as placas de cofragem são o material mais importante para a finalidade da atividade, porque devem ser resistentes e ter uma superfície lisa para o acabamento perfeito da cofragem.

As zonas dos pilares que apoiam as lajes foram devidamente armadas e por ser uma zona muito importante relativamente à estrutura do edifício, o projeto teve de ser seguido à risca na armação destas zonas. Em relação à resistência ao punçoamento foi necessária uma cofragem para uma espessura superior na base da laje conferindo assim o aumento dessa espessura no perímetro de cálculo para resistência ao punçoamento.

Como já referido anteriormente, as lajes foram preparadas na sua totalidade e depois executadas através de uma betonagem faseada, com o betão para todos os elementos de elevação a ser espalhado e nivelado para que a superfície fique uniforme e sem irregularidades.

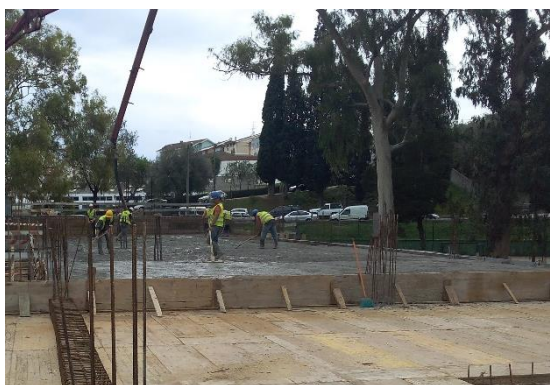


Figura 33 - Betonagem da Laje



Figura 34 - Armadura de Punçoamento

As lajes maciças foram executadas com finalidade de palas de sombreamento. Neste caso a cofragem foi simples e a armação baseia-se como em qualquer elemento de betão armado. No entanto existia um elemento no exterior do edifício que servirá como recreio coberto e este elemento é uma laje maciça com um vão de 12 metros entre apoios. Como o betão cria sempre barriga nestes elementos onde o vão é muito grande, esta barriga foi acautelada e foi definida uma contra-flecha de 2,5 cm que para que quando o betão relaxasse a pala ficasse na posição definida e correta. Para a execução de tarefas deste tipo é necessária o acompanhamento e cofragem exata destes elementos.

4.3.7.5. Escadas

A tarefa de execução de escadas é dos processos mais minuciosos a realizar. Desde a sua marcação, dificuldade de cofragem, definição das cotas de limpo, entre outros trabalhos.

As escadas foram realizadas como faz sentido só depois da realização do primeiro piso. Foram realizados dois tipos de escadas. Uma escada contínua interior com um vão a meio e uma escada exterior também com um vão a meio, mas com diferença de sentidos. Estas duas escadas são de acesso ao primeiro piso e foram realizadas de forma tradicional. Estes elementos devido à sua complexidade são sempre elementos que devem ter devidos cuidados e com isso a sua realização normalmente é feita à parte dos outros elementos estruturais.

No acesso à cobertura, visto que esta terá acesso interdito foi colocada uma escada em perfis metálicos no local de acesso interdito.



Figura 36 - Início Cofragem de Escada



Figura 35 - Escada traseira

4.3.8. Caixa de elevador

Hoje em dia, em edifícios de carácter público e onde os acessos a todas as pessoas é uma obrigatoriedade, a colocação de elevadores é necessária. Com isto são necessárias cumprir variadas regulamentações começando logo pela execução do local onde o elevador trabalha.

O local do elevador foi devidamente projetado e este está inserido numa autêntica “caixa” resistente visto que está envolto por paredes de betão devidamente definidas pelas regulamentações impostas. É necessário também a escavação de um “fosso” para o elevador.

A execução deste elemento foi muito cuidada e devido à sua importância estrutural os elementos que constituem o fosso são devidamente armados. A sua execução fez-se do mesmo modo que todos os elementos verticais, sendo que este elemento foi realizado a

cotas mais baixas. As armaduras foram realizadas pelo arranque das armaduras das paredes onde assentam sobre a sapata deste elemento que assenta sobre poço de fundação.



Figura 37 - Armação das paredes do fosso de elevador

Foi realizada a betonagem da sapata e só depois a cofragem dos primeiros elementos verticais, enquanto a sua continuidade em altura foi realizada como todos os outros elementos.

Posterior à cura do betão realizou-se a impermeabilização do fosso do elevador, através de micro-argamassas, com cimento com polímeros modificados e aditivos especiais, protegendo o fosso contra agentes agressivos mais vulneráveis em zonas mais baixas e em contacto com o solo.

4.4. Edifício Reabilitado

Como mencionado anteriormente, fazia parte da anterior escola dois edifícios antigos que teriam de suportar as necessidades mínimas existentes para os seus alunos, estando estes em condições muito deficitárias.

Para manter então um certo panorama de nostalgia foi projetado a reutilização de um desses edifícios para a utilização do novo centro escolar, sendo que com as devidas modificações e reestruturações na sua estrutura. Levou-se a cabo a sua reabilitação, ficando o edifício a funcionar como biblioteca de todo o centro escolar e transformando-se assim de um edifício velho a uma biblioteca com todas as condições.

Para a execução destes trabalhos e estabelecer condições estruturais e não só do edifício, teve de se descobrir e analisar como este tinha sido construído procedendo-se à demolição

de vários elementos do edifício, como do pavimento, cobertura e remoção de todo o revestimento interior e exterior das paredes estruturais do edifício.

Foram realizados conforme o projeto, soluções que de certa forma vão melhorar o estado do edifício e dar-lhe uma maior consistência estrutural, não entrando em conflito com os materiais aí utilizados e obedecendo à sua matriz arquitetónica, mas com soluções atuais.

Os primeiros trabalhos a realizar, antes de todo o processo de reabilitação do edifício foi tentar proteger todos os elementos suscetíveis a qualquer desgaste ou quebra durante o decorrer dos trabalhos. Assim foi o caso da pérgola exterior e o respetivo canteiro que não foram removidos, mas como foram programados como a serem intervencionados em tempos de obra mais adiantados, foram devidamente acautelados.

Devido às condições climatéricas e às características das paredes estruturais do edifício foram colocados materiais plásticos para impermeabilizar as paredes enquanto estas estavam sujeitas à água da chuva.

4.4.1. Fundação das Paredes

A intervenção no edifício antigo começou a partir das suas fundações, pois verificou-se que a estabilidade das paredes, funcionando como paredes estruturais, estava apenas suportada por uma camada de betão endurecido um pouco mais larga, disposta pelo perímetro do edifício, não oferecendo qualquer estabilidade estrutural.

Desta forma, a solução utilizada foi a consolidação da fundação das paredes existentes através do alargamento e confinamento da base em betão.

Esta solução da execução do lintel em todo o perímetro da parede exterior aumentou a secção da fundação, mantendo a mesma altura, colocando pregagens laterais fazendo a ligação dos elementos e reforçando-os. Nesta tarefa como é representado na figura anterior, foi limpa e preparada a superfície de contato do betão endurecido, para a colocação das cofragens e fixação e colocação das armaduras e separadores. Foi realizado de seguida a betonagem e respetiva compactação e nivelamento deste.



Figura 38 - Fundação original das Paredes Estruturais

4.4.2. Reparação Estrutural das Paredes de Alvenaria

No âmbito da intervenção em edifícios antigos, é notória a necessidade de considerar como primeira opção a conservação dos elementos e caso necessário reparações pontuais. Só em último caso, devido aos requisitos funcionais e estéticos da parede, se deve optar por substituir, parcial ou na totalidade, esses elementos constituintes.

No entanto, em matéria reabilitação/conservação, são vários os métodos de intervenção nas alvenarias de pedra, mas nem todos são os adequados, depende sempre de situação para situação.



Figura 39 - Consolidação de Fundações e Reparação estrutural Paredes

É muito importante que os materiais sejam compatíveis e visto que não será possível continuar com o método usado na altura da sua construção, é de extrema importância que os revestimentos novos se assemelhem o mais possível e que funcionem cumprindo as características mecânicas e físicas das paredes e que as protejam e não as destruam. É fundamental que as características das argamassas utilizadas nos revestimentos combinem com as alvenarias e a sua constituição estrutural, sendo também muito importante que estas argamassas de revestimento apresentem resistência, coesão e impermeabilização suficientes.

Relativamente à reparação estrutural das paredes de alvenaria exterior foi necessário inicialmente a inspeção de eventuais locais de rutura das paredes e mesmo de fissuras para em primeira instância, de acordo com o projeto de estabilidade confirmar que as paredes tinham características mecânicas suficientes para suportar uma nova cobertura e

de seguida para levar a cabo a reparação destas através da injeção da alvenaria com caldas de cimento estabilizadas com cal, isto nos dois lados da parede.

Exercida a reparação interna das paredes deu-se início à reparação estrutural das paredes onde foi aplicado, por descarga, argamassa de alvenaria de cal hidratada misturada com gravilha, dando conformidade com o material da presente alvenaria existente. Foi colocada a meia camada, uma armadura de reforço com malha de aço inoxidável para reforçar o revestimento aplicado à parede. Neste caso como mostrado na figura anterior, as paredes foram armadas inicialmente sendo depois projetada argamassa por duas fases sendo que foi necessário definir bem a espessura.

Foi também exercido o restabelecimento do monolitismo da secção das paredes resistentes com fissuras, através de injeção de ligante à base de cal. O preenchimento dos vazios das fissuras foi realizado para conferir maior continuidade, compacidade e resistência à estrutura de alvenaria através da abertura prévia por meios mecânicos (furação e rotação) de um reticulado de furos nas juntas argamassadas da pedra, com direção ligeiramente inclinada para baixo.

Pode-se concluir que se a estrutura das paredes de alvenaria depois de intervencionada será praticamente idêntica, no entanto, devido à adição da lâmina de argamassa armada tornou-se mais rígida.

4.4.3. Pavimento Térreo

Como na maioria de todos os edifícios antigos os pavimentos eram constituídos por madeira, na generalidade pelo simples soalho apoiado nos barrotes. Este pavimento foi todo demolido e foi definida outra solução que se baseia na execução de piso térreo ventilado, com cofragem perdida de polipropileno reforçado preenchidos com camada de compressão em betão armado com malha electrosoldada.

Numa primeira fase foi realizada a limpeza e compactação do terreno. De seguida foi aplicada uma camada de 10 cm de betão limpeza de forma a regularizar o terreno e depois de este garantir alguma presa, realizada a marcação da disposição das peças de cofragem. Foram então colocadas e montadas as peças e orifícios de passagem para as instalações, tubos de ventilação, canalizações e outras tubagens. Com as cofragens e as preparações das infraestruturas realizadas foi colocada a malha electrosoldada que serve de armação

para a camada de betão que será colocada de seguida, sendo feita a respetiva compactação e nivelamento desta camada de betão que preencheu o pavimento até à cota definida em projeto. De referir que antes de colocadas as cofragens perdidas foi colocada em toda a superfície do pavimento, depois do betão limpeza, emulsão betuminosa e tela asfáltica, estes elementos que fizeram todo o perímetro da fundação das paredes no seu seguimento.

4.4.4. Cobertura

Assim como os pavimentos, a estrutura da Cobertura era toda ela em madeira, sendo conferido como solução uma cobertura em estrutura metálica.

Para que esta estrutura metálica fosse devidamente assente e tivesse conformidade com a estrutura apresentada pelo edifício tiveram de se fazer alguns ajustes a este mesmo edifício. Estes ajustes começaram pela reabilitação estrutural da parte superior das paredes de alvenaria, foi utilizada uma solução de reforço, quer para consolidar as paredes, como para oferecer suporte resistente e adequado à estrutura metálica da cobertura.



Figura 40 - Estrutura Cobertura inclinada

Estes trabalhos foram feitos com condições climatéricas pouco favoráveis, visto que foram executados em alturas de chuva, tendo que aproveitar ao máximos as interrupções desta. Como referido anteriormente, estas paredes foram tapadas devido à entrada de água e à sua absorção. Aproveitando alturas de pouca chuva foram começou-se os trabalhos pela limpeza e preparação da superfície do topo das paredes que irá servir como plano de apoio à cobertura.

Neste plano de apoio foi executada uma viga cinta em todo o perímetro do edifício. Deu-se início a esta viga cinta com a colocação de armação após à limpeza dos elementos. Colocou-se dois varões paralelos de 16 mm espaçados 40 cm ao longo do comprimento

da viga cinto alcançando cerca de 25 cm para o interior da parede funcionando com um encastramento à parede. A largura da viga tem a espessura total da parede com uma saliência para o exterior do edifício de cerca de 20 cm nivelada com a superfície da viga.

Posto isto, foi altura da introdução da estrutura metálica. Esta estrutura metálica que sofreu tratamento anticorrosivo ainda em oficina, sendo somente necessária a colocação na obra. A introdução foi feita através de chapas colocadas na viga cinto e devidamente aparafusadas, sendo que o perfil da cobertura foi soldado à chapa. As madres da cobertura são de chapas metálicas e foram colocadas espaçadas com 1 m ao longo de cada perfil, sendo que no local de colocação de cada madre foi colocado um elemento de contraventamento transversal no perfil.

4.4.5. Reparações não estruturais

4.4.5.1. Pérgola

A pérgola foi um elemento considerado chave no projeto por parte da arquiteta e com esse intuito foi programada a sua restauração. Desta forma foram necessários ter imensos cuidados em relação a sua segurança em termos de segurança e arquitetura. O processo de restauração da pérgola só fazia sentido ser realizado quando todos os trabalhos estruturais tivessem terminados e o desenvolvimento da obra fosse na sua maioria de acabamentos, ou pelo menos, que não existissem trabalhos que pudessem pôr em causa a segurança da pérgola. Para isso a pérgola foi devidamente tapada logo no início dos trabalhos. Foi mantida desta forma até se proceder à sua limpeza e tratamento.

O tratamento da pérgola foi realizado através de meios mecânicos por projeção de jato de água e material abrasivo formado por partículas de silicato de alumínio nas zonas a reparar, com a intenção de eliminar as antigas leitadas superficiais, pinturas ou qualquer tipo de sujidade isto para proceder à posterior aplicação de produtos reparadores e protetores de estruturas em betão armado. Esta reparação inclui o tratamento superficial de armaduras com meios mecânicos através da projeção a seco de material abrasivo formado por partículas de silicato de alumínio para uma posterior aplicação de produtos de reparação eliminando a sujidade superficial, ferrugem e toda a substância que possa diminuir a aderência entre as armaduras e o material de reparação a aplicar.

Após toda a limpeza dos elementos foi exercida a reparação com argamassa monocomponente reforçada com polímeros, com cimento especial para proteção e

passivação de armaduras de aço, funcionando como ligante entre argamassas de reparação e betão existente.

Para que o seu tempo de vida seja ainda mais prolongado foi também realizada a aplicação do mesmo tipo de argamassa de reparação no exterior da pérgola.

Para finalizar este processo de reabilitação da pérgola foi aplicado impregnação incolor, com o intuito de inibir a corrosão exterior, obtendo uma camada protetora contra a corrosão e permeabilidade ao vapor de água.



Figura 41 - Pérgola

4.4.5.2. Azulejo

Assim como os elementos acima referidos, os azulejos foram também dos elementos essenciais para dar a mesma identidade ao edifício, sendo que em relação à sua restauração foram dos elementos mais complicados de estabelecer.

Estava previsto o tratamento e restauro dos painéis de azulejo da fachada do edifício existente e dos pilares da pérgola exterior, no entanto ocorreu um pequeno imprevisto que foi a existência de azulejos do tipo dos existentes. Assim o processo tornou-se minucioso, pois foi necessário restaurar todos os azulejos antigos que se encontravam na fachada do edifício não podendo ser substituídos por azulejos novos idênticos, visto que iguais foi praticamente impossível de encontrar.

Os azulejos foram arrancados com muito cuidado para não se fraturarem e foram guardados para posterior aplicação.



Figura 42 - Azulejo a restaurar

4.5. Rede de Águas

A rede de águas funcionou como em qualquer outra obra, subdividindo-se em drenagem de águas pluviais, drenagem de águas residuais e abastecimento de água.

Estes trabalhos devem obedecer a várias preparações, ainda mais quando as obras são de alguma envergadura e a preparação facilita o trabalho e diminui a ocorrência de erros de execução evitando que no fim desses erros seja necessário recorrer a emendas.

Para esta obra não se fugiu à regra e como boa preparação e na altura das cofragens foram deixados negativos nos locais onde algumas canalizações de difícil acesso seriam colocadas, como a atravessar vigas de fundação, lajes ou mesmo platibandas, escusando os posteriores cortes e furação de betão.

4.5.1. Rede de Abastecimento

Os trabalhos referentes ao abastecimento de água e a qualquer tipo de redes foram realizados mediante o projeto de Redes de Abastecimento e Drenagem de Águas. Desta forma, os processos na sua execução foram levados com rigor, tendo que se adaptar a quaisquer problemas que aparecessem no decorrer dos trabalhos.

O estabelecimento da rede de abastecimento teve em base o cadastro da rede de distribuição relativamente ao local de implantação da obra. Para a definição da rede fez-se primeiramente a rede de abastecimento necessária ao interior do edifício. Foram considerados para este dimensionamento fatores como a pressão previsível na rede, as características do edifício e dos aparelhos a colocar e alimentar.

O abastecimento interior foi realizado recorrendo a uma rede interior em multicamada e esta ficou abastecida pela rede pública que pelo normal terá passagem por um contador à entrada do edifício.

Desta feita, a rede do interior é medida a partir do contador e foi definida que esta seguia caminho para a central técnica, onde neste caso funcionam os depósitos de aquecimento de águas sanitárias. A partir da zona técnica partem assim as redes de água fria e água quente.

Visto a dimensão do edifício e a utilização por parte dos utentes não justificar a subdivisão de circuitos, foi considerado apenas um circuito de águas.

As condutas foram colocadas pelos tetos falsos e a correr verticalmente assim que necessário, utilizando válvulas de retenção, redutoras de pressão, entre outros elementos. Foram também usadas ligações em U, liras de dilatação nas zonas das juntas de dilatação e nos vãos maiores, isto para absorver eventuais esforços de dilatação, absorção de assentamento no edifício e dilatações da tubagem. Assim como, nos pontos altos suscetíveis à acumulação de ar, foram colocados purgadores automáticos de duplo efeito e nos pontos baixos, descargas de fundo para extração de depósitos acumulados.

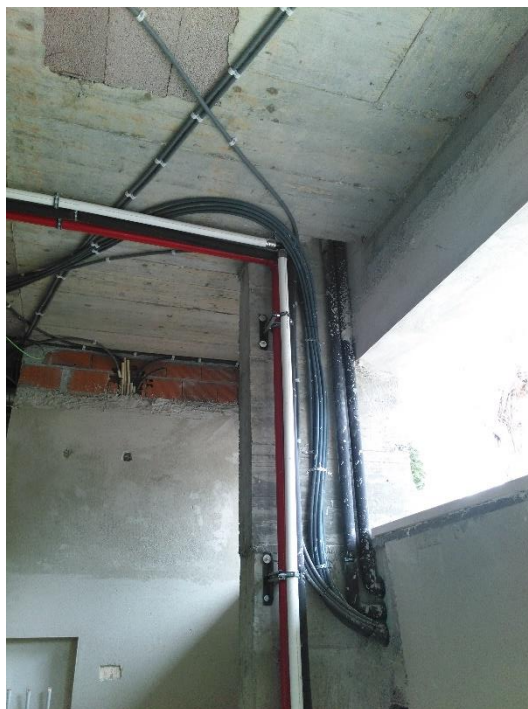


Figura 43 - Tubagens colocadas vertical e horizontalmente

Nos ramais ou em qualquer derivação foram montadas válvulas de seccionamento, permitindo-se assim o isolamento dos troços, mesmo estes que pequenos para qualquer operação futura de manutenção ou reparação sem interferência nos restantes utilizadores.

Relativamente à rede de água quente a sua distribuição é idêntica à rede de água fria sendo que a sua localização teve de ser colocada a 5cm dos outros circuitos e posteriormente isolada e posicionada a um nível inferior. Esta rede será abastecida por um sistema misto de caldeiras e aproveitamento de energia solar. O material utilizado e a localização das válvulas de seccionamento são idênticas nas duas redes.

No exterior o troço que faz a ligação do contador à então zona técnica é de aproximadamente 20 m em linha reta, no entanto como a partir do contador não é o único local onde passam condutas de abastecimento foram necessários algum tipo de especificações. Fora o abastecimento para o interior do edifício, no exterior existem essencialmente dois tipos de rede que derivam da conduta de abastecimento, logo à saída do contador, são estas a rede de rega e rede que vai abastecer os bebedouros espalhados pelo recinto.

De referir que estas tubagens colocadas no exterior são PEAD. Foram consideradas algumas especificações na colocação das tubagens tais como a largura das valas, onde a sua largura terá sempre que ter 50 ou 80 cm a mais que o diâmetro da conduta, conforme o seu tamanho e a profundidade destas foi sempre de 1 metro medido do nível do terreno. Posteriormente após a colocação das tubagens, estas tiveram que assentar em todo o seu comprimento sobre uma camada uniforme de areia e o restante volume da vala foi cuidadosamente preenchido seguido da camada de areia com nova camada de areia até a tubagem ter sido envolvida e o restante com terras da própria vala devidamente compactada.

4.5.2. Sistema Segurança Contra Incêndios

O sistema de segurança contra incêndios em edifícios de carácter público é obrigatório e torna-se essencial, no entanto funciona basicamente como uma rede de abastecimento de água, que neste caso está a abastecer os sistemas de incêndios. Para o dimensionamento deste sistema o método considerado é basicamente o mesmo, mas sendo ele regido por leis e regulamentos distintos.

Foi especificado pela companhia de águas que havia uma pressão limite para este sistema, mas como a pressão dimensionada é inferior não foi necessário recorrer a qualquer elemento de reserva de água.

A conduta dimensionada para a rede de incêndios foi para um diâmetro de 50 mm, o mesmo ao dimensionado para a rede de abastecimento de água e assim desta forma optou-se pela colocação de apenas um contador ficando assim apenas uma conduta a sair deste mesmo contador tendo que para as restantes redes terem sido efetuadas derivações.

A rede de segurança funciona no abastecimento de água a vários equipamentos destinados à segurança, foram assim colocados no edifício uma rede de incêndio armada.

Este sistema de combate a incêndio foi executado com tubagens de ferro galvanizado que irá abastecer a rede de incêndio armado. Neste novo sistema esta rede de combate será abastecida pela rede pública.

Estes equipamentos colocados foram distribuídos estrategicamente junto a zonas de grande circulação e de locais que possam receber mais de 200 pessoas.

As tubagens são idênticas às redes de abastecimento circulam pelos tetos falsos

A completar a rede foram colocados extintores de incêndio para uma ação imediata no caso de incêndio.

As bocas de incêndio Armada estão instaladas em armários em carretel com 25 metros de mangueira e foram espaçadas de 25 em 25 metros de forma a protegerem todas as zonas funcionando como método de combate ao incêndio imediato. No caso dos extintores este foram colocados em todos os locais onde foram instaladas bocas de incêndio. Foi colocada também uma manta ignífuga na cozinha para uma primeira intervenção.

4.5.3. Drenagem de Águas Pluviais

A água pode-se tornar dos maiores problemas para uma estrutura e assim a intenção é sempre de afastá-la e poder mantê-la sempre o mais longe das estruturas. É importantíssimo um bom sistema de drenagem destas águas, não as deixando acumular, por todos os problemas que estas possam acarretar. Conforme o cadastro das infraestruturas foi projetado este sistema de drenagem com a intenção de recolha e

condução das águas onde elas drenam diretamente para o solo e para a rede pública de drenagem de águas pluviais.

A presença de água nas nossas instalações nunca foi agradável e desde sempre foram arranjos mecanismos para colocar a água o mais longe possível das nossas habitações. Desta feita, relativamente ao centro escolar todo o edifício está completo de elementos que fazem a descarga das águas provenientes das chuvas para outro local senão o interior do edifício ou mesmo no terreno, devido à sua desagradável presença, de forma a minimizar e simplificar as eventuais operações de manutenção e limpeza nas redes.



Figura 44 - Drenagem no interior

O edifício está praticamente todo impermeabilizado e drenado, assim como os arranjos exteriores estão impermeabilizados em quase toda a sua extensão. Pode-se prever então que o volume a descarregar na rede pública proveniente do centro escolar pode contribuir de uma forma desfavorável para o congestionamento do sistema público. Desta forma foi realizada uma bacia de retenção para águas pluviais, de forma a reter o grande afluxo de água instantâneo que advém dos sistemas de drenagem.

Todo o sistema de drenagem do edifício foi interligado e como referido terminado na bacia de retenção onde daí irá chegar à rede pública.

A constituição da rede de drenagem de águas pluviais começa assim pela captação das águas na cobertura dos edifícios, sendo para isso criadas pendentes em todos os elementos planos ou não planos suscetíveis à retenção de águas. Na cobertura do edifício foi realizada pendente em várias direções com a intenção de encaminhar as águas para os tubos de queda mais próximos. No caso das platibandas que se encontram mais interiores que o tubo de queda, foram realizados uns negativos na altura da betonagem para criar umas aberturas que permitam o atravessamento das águas presentes nas zonas mais interiores da cobertura.

Na cobertura do edifício existente, a par de ser uma cobertura inclinada foram colocadas caleiras em aço inox, suspensas nos beirados.

De referir que apenas o sistema de drenagem não basta para que toda a águas seja drenada para sempre, é necessário periódica manutenção e limpeza de todos os elementos.

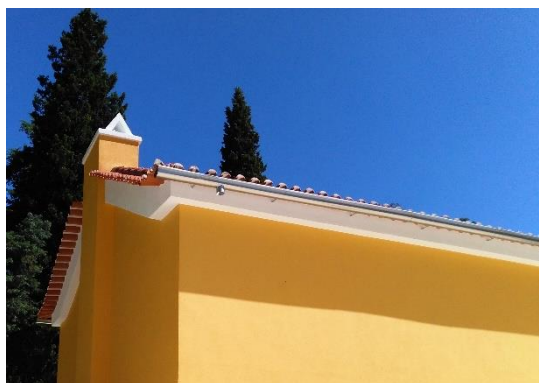


Figura 45 - Algeroz para drenagem de cobertura inclinada

As fundações foram todas elas contempladas com drenagem, foi estabelecida uma rede de drenos com ligação a caixas cegas que fazem a ligação posterior a coletores. Os tubos de queda também descarregam nestas caixas.

Devido à impermeabilização do terreno exterior todo este contém pendentes e todas estas águas são encaminhadas para elementos de retenção como sumidouros que levam a água para coletores que posteriormente descarrega na bacia de retenção.

Todo o sistema nas coberturas é composto por caleiras e ralos que descarregam nos tubos de queda que posteriormente descarregam nas caixas cegas em polipropileno e se inicia a rede de drenagem enterrada que a partir destas caixas entra nos coletores prediais que passa nas caixas de visita e finalmente entra na bacia de retenção.

As tubagens enterradas que constituem esta rede de drenagem são do tipo corrugado perfurado envolvida em manta geotêxtil, assente em camada de brita.



Figura 46 - Interseção de Drenagens Exteriores

4.5.4. Drenagem de Águas Residuais e Domésticas

A rede de drenagem de águas residuais antiga do edifício foi desativada sendo criada nova rede de esgotos, no entanto, estes drenam para o mesmo local que a antiga rede, mas foi prevista a construção também de nova rede e desativação da antiga fora do terreno da escola, até ao coletor a captar. Isto porque através do dimensionamento para existirem condições para o escoamento o coletor até à caixa pública teve que ser aumentado, porque o existente não era suficiente para as condutas utilizadas.

Relativamente à ventilação das redes residuais domésticas foi realizada através do prolongamento dos tubos de queda até à cobertura e funciona independente de qualquer outro sistema de ventilação.

As redes residuais domésticas têm início nos sifões dos aparelhos sanitários e são posteriormente compostos por elementos que fazem a sua descarga como ramais de descarga, tubos de queda, coletores prediais e tubos de ventilação. Todos estes aparelhos são sifonados com sifões incorporados e na caixa de pavimento.



Figura 47 - Drenagem residual de piso superior

Começando pelo início da descarga e como já referido, todos os materiais constituintes de descarga são sifonados assim como nas zonas de chuveiro e confeção de alimentos foram colocadas grelhas de drenagem. Desta forma, os aparelhos sanitários foram ligados ao respetivo coletor ou a um tubo caso, os que se encontram em pisos superiores, enquanto os restantes elementos foram ligados diretamente aos tubos de queda ou a ramais coletivos. A ajudar esta drenagem também foram dispostos em algumas zonas do edifício ralos de pavimento que foram ligados a um coletor.

Os tubos de queda e os ramais de descarga servem para a ligação entre os aparelhos de descarga e as caixas de visita, enquanto os tubos de queda funcionam em galerias verticais como neste caso funcionam dentro das paredes, enquanto os ramais de descarga funcionam horizontalmente com o terreno, contendo sempre algum pendente.

O sistema de ventilação foi realizado através do prolongamento de tubos de queda até à cobertura. Foram aplicadas válvulas de admissão de ar que irão permitir a ventilação dos tubos de queda.

Os coletores prediais colocados em obra permitiram a recolha dos efluentes permitindo reunir as linhas de queda e conduzi-las ao rés-do-chão drenando todo o edifício para pontos estratégicos ligados à rede exterior.

Na rede exterior foi utilizado tubo PP corrugado para montagem ou embebida em pavimentos e nas ligações à rede publica de drenagem de águas residuais.

Foram implantados nos coletores prediais mudanças de inclinação e direção e mudança de diâmetros.

4.6. Arranjos Exteriores

Seguindo uma linha onde se refere primeiramente a estrutura e só depois a arquitetura e acabamentos, mostrámos que fora do espaço do edifício novo e antigo houve muito que executar, foram vários os trabalhos exteriores a desenvolver começando assim pelos que contêm uma componente estrutural ou que de forma planeada foram executados na mesma altura que a estrutura do edifício.

4.6.1. Muros de Suporte

Foi determinado que fossem demolidas uma parte dos muros que faziam a separação entre os terrenos do centro escolar e vizinhos de forma a fazer o suporte dos terrenos do centro escolar perante o desnível existente com os terrenos vizinhos.

A execução técnica destes muros não varia muito da realizada para o muro de suporte no pavimento térreo. No entanto devido a tensões superiores do terreno e um desnível maior entre os terrenos, os efeitos de deslizamento e assentamento são também maiores.

Desta forma, após os trabalhos de elevação do edifício e o respetivo aterro em volta de todo edifício, tiveram início os trabalhos de escavação e preparação dos muros de suporte.



Figura 48 - Colocação Betão Limpeza na fundação do Muro de Suporte

O processo deu início com as escavações do terreno às cotas definidas em projeto. Como em todos os elementos de fundações, a abertura escavações foi sempre feita com margem de erro, que, no entanto, dá para colocar cofragens com as dimensões exatas.

Após a compactação e limpeza do terreno foi colocada uma camada de betão limpeza em toda a extensão dos muros a construir, como se vê na figura anterior. Deu-se a armação das sapatas e das respetivas paredes dos muros e começaram-se a executar os trabalhos de cofragem. Foram cofradas primeiro as sapatas dos muros sendo que as paredes só foram cofradas após a betonagem das sapatas, como se verifica na figura seguinte, onde se demonstram as sapatas do muro betonadas e parte da armação das paredes cofradas.

Para este caso a construção dos muros diferiu um pouco do que estava previsto nos muros relativamente ao desnível das alturas dos muros em extensão. Ou seja, de uma forma a reutilizar todos os vãos das redes e não ter que cortar nenhuma foi previsto que a extensão dos muros deveria ter alturas diferentes para que todas as malhas de rede metálica fossem inseridas totalmente sem qualquer tipo de cortes.

Terminadas as betonagens deu-se a colocação das tubagens no negativos e os respetivos chumbamentos dos pilares de apoio, que posteriormente levaram a rede a reutilizar.



Figura 49 - Armação Muros de Suporte

4.6.2. Muros e Vedação Exterior

Excluindo os Muros de suporte que foram projetados para construir de novo, a todos os restantes muros que serviam de vedação à escola foi definido que eram para manter. Todos eles estão em conformidade com os restantes sendo que foram necessárias algumas intervenções nos muros de forma a de certa forma reabilitá-los e reforçando-os. O processo baseou-se na limpeza destes e na posterior colocação de uma argamassa de reparação para todas as fendas e locais onde fossem necessárias reparações gerais.

Desta forma também foi tentada dar alguma consistência ao terreno que estes estão a suportar e tentar garantir que os desníveis que suportam de cada lado não são muito dispares. Estes muros existentes, continuam com as redes de vedação metálicas.

Relativamente ao interior do terreno, também foram construídos muros de suporte de terras. Estes de forma a estabelecer consistência às construções realizadas no exterior e contenção dos terrenos devido ao desnível.

Fora a colocação destes muros de suporte em betão foi contruída uma faixa que marca a separação de dois acessos do terreno para o das traseiras. Esta transição pode ser feita através de uma rampa, dando acesso à zona de campo de jogos a uma cota mais baixa ou então uma zona de passagem para as traseiras que está ao mesmo nível que praticamente todo o terreno. O que marca esta separação foi a colocação de um muro de parede simples de alvenaria de blocos de betão. Este muro ao contrário do que estava projetado foi realizado sobre um muro de suporte de rampa e vai acompanhando-o desde os terrenos do pátio da frente até ao início da bancada. Nas zonas onde não foi estabelecido o muro

de suporte foi colocada fundação em betão pobre para seu suporte com cintas de travamento.



Figura 50 - Muro Suporte Rampa

4.6.3. Rampa exterior

Relativamente à já falada rampa, esta que tem o objetivo de dar acesso à zona de campo de jogos é um elemento muito importante no que consta de facilidade e mobilidade nos acessos para todo o edifício e exterior dele. Assim o pavimento desta, como de praticamente todo o terreno no exterior foi dimensionado para poder receber cargas um pouco maiores que a utilização pedonal.

A rampa está compreendida entre o extremo direito da bancada e posterior muro de suporte e os muros de vedação exterior e foi um elemento muito importante durante os trabalhos dando o acesso enquanto se podiam terminar outras zonas sem que fosse necessário o transporte de maquinaria.



Figura 51 - Rampa

Esta rampa como todo o pavimento exterior é constituída sob a camada de terreno bem compactado, por camada de base de tout-venant de 20 cm de espessura, seguida por camada drenante em enrocamento com 15 cm de espessura e colocação de filme plástico. Após este filme plástico foi colocada uma camada de massame de betão armada com malhasol.

4.6.4. Pavimentos

Todo o pavimento exterior, exceto o definido para zonas ajardinadas é dado como de utilização, desta forma é natural um cuidado nas suas camadas bases antes que sejam assentes os pavimentos finais. Como é normal para reduzir o efeito dos assentamentos ou mesmo qualquer deslizamento dos terrenos, muitas das vezes devido a infiltrações de água é necessário colocar várias camadas de solos resistentes e que tenham boa capacidade de drenagem. Para não falar das características não muito boas do solo que o terreno apresenta, isto observado no decorrer dos trabalhos aquando os tempos mais frios e chuvosos. O terreno torna-se lamacento e era irregular originando várias zonas de água.



Figura 52 - Pavimento exterior zona Recreio

O terreno exterior concentrado no interior das vedações do centro escolar pode dividir-se em cinco zonas diferentes, basicamente considerada por materiais diferentes e que com isto tiveram formas de aplicação diferentes.

Na sua maioria o terreno foi pavimentado após a compactação e nivelamento do terreno originário de uma camada tout-venant (agregado britado de granulometria extensa) com 15 cm de espessura e de uma camada de 5 cm de pó de pedra, antes de serem colocados os blocos para acabamento final com respetivo preenchimento de juntas.

No entanto existe um tipo de pavimento que a sua base é basicamente de argamassa, sendo que por cima do terreno compactado uma argamassa de cimento grosso, posteriormente uma camada com argamassa de cimento e a colocação de placas com preenchimento de juntas com argamassa com consistência fluída.

A zona de campo de jogos foi realizada com um pavimento também diferente dos restantes. Para delimitar esta zona foi criada uma fundação estilo viga cinta em torno da área do campo.



Figura 53 - Pavimento exterior

Este pavimento é então composto dentro da fundação criada no perímetro do campo de uma camada de 20 cm de tout-venant recalcada e depois a posterior colocação do pavimento betuminoso. Este pavimento teve de ser meticulosamente executado, quer em relação ao seu espalhamento e compactação através de um cilindro para evitar vincos e ondulações para caso necessária alguma correção exercê-la com placa vibratória.

4.6.4.1. Zona Estacionamento

De maneira a proceder ao alargamento e pavimentação do acesso do Centro Escolar, com recuo da vedação e portão da escola, surge um espaço público que funcionará como acesso e parque de estacionamento de apoio à escola. Este arruamento contém duas vias e um separador com estacionamento.

Na sua execução foi realizado em várias secções, sendo que após o alisamento do terreno e a sua compactação o terreno foi marcado, dividindo as zonas de faixa de rodagem e passeios, deixando a divisão do separador para o fim.

A via situa-se logo na frente do acesso ao centro escolar e é um alinhamento reto com cerca de 15 % de inclinação, que dá o acesso da via pública à cota do terreno da escola.

Em relação à execução dos pavimentos, a zona da faixa de rodagem foi realizada com duas camadas de 15 cm, uma base e outra sub-base de material britado de granulometria extensa, sendo estes recalçados. Posteriormente foi colocada uma camada de almofada de pó de pedra com 10 cm de espessura e foi finalizada a zona de rodagem com calçada de granito.

Relativamente à zona dos passeios, levaram uma camada de sub-base de material britado de granulometria extensa, uma almofada de pó de pedra e como acabamento blocos de betão pré-moldados.

Toda esta zona foi devidamente drenada não estando esta com inclinação, facilitando assim a pendente do terreno, sendo que os sumidouros colocados para receção das águas foram dimensionados para uma maior quantidade de águas conforme a sua área.

5. Pormenores Técnicos e Materiais

Em todo este relatório foi indicado o método com que os elementos foram construídos, a sua sequência e as soluções construtivas. Neste capítulo serão referidos os materiais utilizados na maioria das soluções e o porquê da sua utilização para as referidas soluções.

5.1. Betão

O betão é um elemento essencial na construção, sendo preponderante nos elementos estruturais dos edifícios devido às suas características. É devido a essas características que existem diferentes tipos de betão, variando conforme as características, sendo estas a classe de resistência à compressão (C), classe de exposição ambiental (XC), classe do teor de cloretos (Cl), dimensão do agregado (D) e a classe de consistência (S). É a partir destas características que se pode diferenciar o betão e referenciá-lo para a sua função em conformidade com as características mais adequadas. (Cachim e Morais 2013)

Devido à grande variedade de elementos, os tipos de betão utilizados são vários nesta obra sendo eles utilizados para localizações diferentes como se pode verificar na tabela.

Betão	Aplicação
C20/25; XC2 (P); D25; S3; Cl 0,4	Poços de Fundação
C12/15; X0 (P); D15; S3; Cl 1,0	Betão Limpeza
C30/37; XC2 (P); D22; S3; Cl 0,4	Sapatas de Pilares / Paredes / Muros / Vigas de Fundação / Muro Contenção Pav. Térreo / Sapatas e Paredes Muros Suporte
C30/37; XC3(P); D22; S3; Cl 0,4	Betão em elevação (Pilares / Paredes / Vigas / Lajes Maciças / Lajes Fungiformes / Escadas / Platibandas
C20/25; XC2 (P); D22; S3; Cl 0,4	Fundações Paredes Existentes
C25/30; XC2 (P); D12; S3; Cl 0,4	Pavimento Térreo Ventilado

Tabela 1 - Variedade do Betão utilizado em obra

5.1.1. Classe de Resistência à Compressão (C)

A classe de resistência do betão à compressão resulta do estudo realizado por intermédio de forças de compressão sobre elementos do betão em estudo que os testam até estes atingirem a rotura. Com isto podemos dizer que a resistência dos elementos de betão é proporcional à resistência do material/materiais que o compõem. O cálculo deste fator tem em conta os efeitos de longo prazo na resistência à compressão, os efeitos desfavoráveis resultantes do modo da carga aplicada e o coeficiente parcial de segurança relativo ao betão. Podemos concluir que a resistência do betão é maior quanto maior for a sua tensão de rotura à compressão. (Cachim e Morais 2013)

Neste caso podemos verificar que em relação à resistência à compressão do betão utilizado, o betão com maior resistência à compressão foi utilizado para os elementos estruturais do edifício novo.

5.1.2. Classe de Exposição Ambiental (XC)

A classe de exposição ambiental é um fator muito importante na escolha de um betão. Este parâmetro diz respeito ao meio onde a estrutura ou elemento estrutural se vai inserir, pois é totalmente diferente ter um elemento estrutural enterrado ou à superfície, ou mesmo, numa zona do interior ou numa zona à beira-mar. Os locais onde os elementos se encontram podem estar sujeitos a ações ambientais diferentes, que podem ter consequências severas se o betão não for devidamente escolhido. (Cachim e Morais 2013)

As classes de exposição variam de fatores como o risco de corrosão por carbonatação, por cloretos, induzida por cloretos presentes na água do mar, risco de gelo/degelo ou sem risco de corrosão ou ataque.

Foi utilizado na obra betão com três classes de exposição diferentes. Relativamente ao betão limpeza e devido à tarefa que ele executa e no local onde está inserido, em ambiente interno e sob camadas, a sua classe de exposição é dada como sem risco de corrosão ou ataque. Já nos elementos estruturais em elevação foi utilizado um betão com risco de corrosão ou ataque em ambiente de humidade moderada, no entanto, em elementos enterrados foram considerados com risco de corrosão ou ataque em ambiente húmido, raramente seco.

5.1.3. Classe de teor de Cloretos (CI)

A classe de teor de cloretos indica a percentagem máxima do teor de cloretos por massa de cimento, isto porque o cloreto de cálcio e os adjuvantes à base de cloretos não devem ser adicionados ao betão com armaduras de aço. (Cachim e Morais 2013)

O betão utilizado em obra apenas diferiu num elemento. Foi utilizado no betão limpeza, como já se referiu anteriormente a sua localização e devido ao facto de este não levar armadura, utilizou-se betão de Classe 1,0, enquanto o betão utilizado para todos os restantes elementos, mesmo no caso do betão ciclópico, foi de Classe 0,4.

5.1.4. Dimensão máxima do agregado (D)

Os agregados constituintes do betão podem influenciar significativamente a resistência do betão à compressão, relativamente a sua forma, tamanho, resistência e da resistência da ligação cimento-agregado. A granulometria condiciona a compacidade do betão e, desta forma, as suas propriedades no estado fresco e endurecido. (Coutinho 1999)

Quanto maior é a máxima dimensão do agregado, menores são as quantidades necessárias de cimento e água. Desta forma as granulometrias mais compactas originam betões com baixa trabalhabilidade que se desagregam facilmente, no entanto, conseguem-se obter betões muito resistentes com baixa porosidade, baixa retração e elevada durabilidade. (Coutinho 1999)

Agregados lisos e arredondados conferem boa trabalhabilidade ao betão e assim os agregados aumentam a resistência à tração.

Pode-se concluir que os elementos estruturais utilizaram agregados com máxima dimensão D22, que num modo de comparação com os diâmetros máximos utilizados nos restantes betões, como nos poços de fundação foi utilizado D25, no betão limpeza o D15 e no pavimento do edifício reabilitado D12. Conclui-se que os betões necessários para elementos estruturais têm de ter um diâmetro máximo de agregado superior ao utilizado em elementos não estruturais.

5.1.5. Classe de Consistência (S)

A classe de consistência do betão é especificada através do método de ensaio de abaixamento. Este estudo traduz-se no estudo do betão fresco através do espalhamento

do betão numa mesa plana sujeita a pancadas. A partir das pancadas o betão vai-se espalhando e no fim tira-se a média dos dois diâmetros do espalhamento do betão na mesa. A partir desse valor, a classe do betão está tabelada através de intervalos de diâmetro. (Cachim e Moraes 2013)

Desta feita pode-se concluir que o betão utilizado tem todo a mesma classe de consistência.

5.2. Alvenarias

As alvenarias na maioria das construções são os elementos verticais que fazem a separação dos espaços e ajudam a isolar os edifícios. Durante muito tempo as alvenarias de tijolo foram os únicos meios de isolamento dos edifícios. Atualmente e como foi utilizado no centro escolar já existem variadas soluções e com variadas características, respeitando já os requisitos térmicos e acústicos num só bloco de alvenaria.

No edifício do centro escolar foram utilizados vários tipos de alvenarias nos paramentos verticais, sendo eles escolhidos conforme a sua localização e a função que executam.

Neste caso foram utilizados dois tipos de alvenarias, variando a sua espessura em cada caso concreto. Na tabela seguinte verificamos essas diferentes alvenarias e onde se encontram inseridas no edifício.

Alvenaria	Aplicação
Tijolo cerâmico furado 30x20x11 cm	Parede simples
Bloco aligeirado de termoargila 40x19x20 cm	Parede interior
Bloco aligeirado de termoargila 40x19x25 cm	
Bloco megatérmico 35x19x38 cm	Pano exterior

Tabela 2 - Alvenarias utilizadas nos paramentos do edifício

5.2.1. Bloco Megatérmico

Este bloco tem isolamento repartido, cuja característica essencial é o seu elevado desempenho térmico. Este bloco de argila expandida foi utilizado para isolamento térmico e acústico, pois é constituído por 13 paredes longitudinais separadas entre si por micro caixas-de-ar que aliadas ao tipo de betão utilizado permite obter reduzidos coeficientes de transmissão térmica, o que numa transferência de energia proporciona um tempo maior para o sistema alcançar o equilíbrio. (Artebel s.d.)

Tem elevada inércia térmica, resistência mecânica muito elevada, estabilidade dimensional.

5.2.2. Tijolo Cerâmico furado

Tijolo tradicional na construção civil, utilizado na maioria das obras. Este material apresenta boa capacidade térmica e acústica, com alguma resistência à compressão e resistência térmica que vai aumentando quanto maior forem as dimensões do tijolo.

Em comparação com os restantes blocos de alvenaria utilizados no interior do edifício, onde estes vão ser utilizados, apresentam uma resistência à compressão e térmica inferiores pois têm uma massa volúmica bem inferior aos restantes. Apresentam também alguns requisitos acústicos e de resistência ao fogo, não fossem eles fabricados a altas temperaturas.

No entanto, foi devido a não conseguirem garantir as mesmas exigências que os restantes blocos, que foram utilizados em trabalhos interiores e para tarefas complementares de panos interiores.

5.2.3. Bloco aligeirado de termoargila

Este bloco de alvenaria foi concebido essencialmente para a construção de paredes interiores, entre fogos, ou mesmo para paredes simples exteriores, conseguindo desta forma a garantia de um bom isolamento acústico. Assim como os blocos megatérmicos aplicados no exterior este bloco consegue cumprir as suas exigências em parede simples podendo ter um isolamento acústico de 53 dB, utilizando também o sistema pequenas caixas de ar no seu interior. Consideram-se, também como os restantes blocos resistentes ao fogo.

Apresentam maior resistência à compressão que os tijolos tradicionais, assim como melhor resistência térmica.

5.3.Argamassas

As argamassas são dos elementos mais indispensáveis na construção dos edifícios. Elas estão presentes em variadíssimos trabalhos e conseguem ter funções também elas diferentes em relação à sua aplicação. (Margalha s.d.)

No centro escolar, as argamassas tiveram presentes em diversas atividades como a tabela seguinte indica, sendo eles de vários tipos. Isto devido às características dos materiais onde vão atuar e às funções que o elemento exige.

Argamassas	Aplicação
Argamassa Cimento M-10	Assentamento blocos
Argamassa Cimento e Areia 1:4	Assentamento geral, betonilha regularização, reboco estanhado, reboco areado, reboco c/ acabamento areado fino
Argamassa Cimento e Areia 1:4 Hidrofugada	Acabamento liso em paredes exteriores
Argamassa Técnica “weber tec fino”	Reboco areado (betão à vista)
Argamassa Ignífuga REI 60	Elementos ocultas perfis metálicos
Argamassa Monocomponente Reforçada	Pérgola exterior
Argamassa Reforçada de Reparação	Reparação muros existentes
Argamassa tipo “weber color epoxy”	Restauração de juntas e preenchimento falhas (azulejos)
Argamassa intumescente/ignífuga	Selagem corta-fogo
Argamassa de cal pozolânica	Reparação paredes alvenaria
Argamassa de cimento e areia 1:3	Assentamento anéis pré-fabricados, assentamento pavimento

Tabela 3 - Tipos de argamassas utilizados

5.3.1. Argamassa cimento M-10

A argamassa M-10 é uma argamassa seca, formulada a partir de ligantes hidráulicos, agregados calcários e siliciosos e adições, destinada à execução de elementos construtivos em alvenaria. Distingue-se pela sua resistência à compressão de 10N/mm^2 , que é isto que lhe caracteriza o nome. (secilargamassas s.d.)

Esta argamassa foi utilizada no assentamento e elevação dos panos dos blocos aligeirados de termoargila e blocos megatérmicos e tem como principal função a da união dos blocos de alvenaria, oferecendo boa trabalhabilidade, retenção de água e resistência mecânica inicial. Os blocos para que está destinado o assentamento com esta argamassa apresentam uma resistência mecânica superior aos blocos tradicionais, desta feita utilizou-se esta argamassa por se distinguir por apresentar uma resistência mecânica melhorada em comparação também às utilizadas na construção tradicional.

5.3.2. Argamassa de cimento e areia

As argamassas de cimento e areia são as mais utilizadas na generalidade das obras. Neste edifício foram utilizados vários tipos de argamassas para diferentes tarefas e funcionalidades. No entanto a argamassa de cimento e areia ocupa a maior percentagem das argamassas utilizadas. Foi utilizada no assentamento das alvenarias de tijolo, em todos os revestimentos, à exceção do edifício a reabilitar e dos elementos de betão à vista. (Pereira, et al. 2010)

Foram apenas diferenciados os acabamentos e os aditivos em algumas zonas. No caso do revestimento de paredes exteriores, foi utilizada esta argamassa com acabamento liso e aditivo hidrófugo. Relativamente à argamassa em estado normal serviu para assentamento de alvenarias tradicionais e foi utilizada também para a betonilha de regularização.

Em zonas de revestimentos interiores os utilizados foram com acabamento estanhado e areado fino. A argamassa utilizada para todas estas tarefas foi com traço 1:4.

Devido à sua zona de aplicação, foi utilizada esta mesma argamassa com um traço 1:3, ou seja, com menos agregados de areia. Foi para o assentamento dos anéis das caixas de visita, devido à sua exposição ao solo era necessária uma argamassa mais forte, nestas situações em contacto com agentes agressivos.

Em comparação à argamassa utilizada no assentamento dos blocos térmicos esta argamassa tradicional apresenta características que não satisfaziam as propriedades desses blocos. No entanto a argamassa de cimento e areia com traço 1:4, funciona eficazmente no assentamento das alvenarias de tijolo, devido à sua resistência mecânica menor. Em relação ao revestimento, a argamassa oferece as propriedades necessárias para o revestimento, como a trabalhabilidade e aderência, estanquidade, retenção de água e estabilidade volumétrica, mesmo que sejam aplicados diferentes tipos de acabamentos.

Podemos referir algum modelo de comparação na relação da areia na argamassa, relativamente à sua granulometria, podemos afirmar que quanto menor for a sua granulometria melhor se torna a trabalhabilidade da argamassa e retenção de água, sendo que a aderência e a impermeabilidade pioram. No que em comparação os fatores são opostos quando a granulometria é maior.

Pode-se concluir que quanto maior a quantidade de areia na argamassa, maior a resistência a esforços de compressão por parte da argamassa e a diminuição da retração.

5.3.3. Argamassa Técnica “weber tec fino”

Argamassa utilizada para reboco em elementos de betão à vista. Como o nome indica o reboco utilizado foi areado fino sendo esta argamassa característica para impermeabilização de elementos de betão à vista, conseguindo resistir ao contacto das águas agressivas. Isto devido à exposição que estes elementos vão ter durante o seu tempo de vida.

5.3.4. Argamassa Ignífuga

A argamassa ignífuga/intumescente possui baixo peso específico, sendo completamente tóxico. É um aglomerante de cimento e gesso com agregados leves e aditivos poliméricos, projetado diretamente na estrutura, não sendo necessário qualquer tipo de telas e não existe qualquer tipo de reação química quando exposto à ação do fogo. Possui boa resistência mecânica e perfeita aderência em superfícies metálicas.

5.3.5. Argamassa monocomponente reforçada com polímeros

É utilizada essencialmente para trabalhos de reabilitação, reforçada em polímeros para reparação de betão em delaminação e degradado qualquer tipo de elementos e necessariamente em obras de arte como é o caso, aplicado na pérgola. Aumenta a

capacidade de carga da estrutura com a sua adição. É adequada para a preservação e restauro podendo substituir o betão contaminado ou carbonatado. Tem baixa retenção e como reforçada, diminui a tendência para a fissuração.

5.3.6. Argamassa Reforçada

Argamassa monocomponente à base de cimento, areias, sílica de fumo, resinas sintéticas e reforçada com fibras de poliamida. Elevadas resistências mecânicas, excelente aderência aos materiais, não é corrosivo. Aumenta a capacidade de carga da estrutura de betão por adição de argamassa.

Conferindo assim com a sua aplicabilidade em obra, oferecendo nova capacidade estrutural na reparação dos muros exteriores existentes.

5.3.7. Argamassa cal pozolânica

A argamassa utilizada para revestimento e reparação estrutural das paredes de alvenaria de pedra do edifício existente, foi uma argamassa de cal pozolânica, sem cimento. Como referido anteriormente, é necessário que este material em específico tenha características físicas, mecânicas e químicas compatíveis ao suporte.

Relativamente às propriedades desta argamassa e em comparação com a argamassa de cimento, podemos afirmar que esta última é uma argamassa demasiado forte e rígida, transmitindo ao suporte forças demasiado rígidas e uma rotura demasiado frágil, tendendo a degradar as alvenarias por transmissão de esforços elevados e a fendilhar por dificuldade em acomodar deformações elevadas que são normais neste tipo de suporte.

A adição de pozolanas a argamassas de cal confere-lhes o aumento da resistência da argamassa, assim como, o facto de serem permeáveis ao vapor de água, apresentarem uma secagem rápida e terem baixa suscetibilidade à fendilhação, conferindo um bom desempenho de durabilidade relativamente ao envelhecimento acelerado e de resistência aos sais solúveis. Como estas argamassas não apresentam um desempenho mecânico tão elevado como as argamassas de cimento, tornam-se mais adequadas a este tipo de suportes. (Coelho, Torgal e Jalali 2009)

5.4. Isolamentos

Devido às exigências para cumprir os certificados térmicos e acústicos tornou-se necessário o estudo de novos tipos de soluções de isolamentos. Hoje em dia são vários os tipos de marcas e materiais encontrados nos mercados, com variadas características e diferentes aplicações.

Foram utilizados diferentes tipos de isolamento em função da sua finalidade.

Isolamento Acústico	Aplicação
Membrana de polietileno reticular espumado	Correção acústica do piso
Lã mineral	Paredes e Tetos falsos

Tabela 4 - Isolamento Acústico aplicado

5.4.1. Membrana de polietileno reticular espumado

Este material composto uma membrana de espuma de polietileno reticulado de 10 mm de espessura é essencialmente utilizado no isolamento acústico de ruídos de impacto nem pisos, conferindo uma elevada resistência à fadiga.

A membrana foi colocada em contacto com o massame armado no piso térreo e em contacto com a laje no primeiro piso. Foi executado em toda a área de pavimento a aplicar e sobrelevado nas paredes, ficando em ambos os pisos sobre camadas de enchimento e regularização. Este material consegue reduzir a transmissão do ruído de impacto até 19 dB.

5.4.2. Lã Mineral

A lã mineral foi utilizada sobre um sistema montado de tetos falsos, partilhando com eles características que lhes conferem um bom isolamento acústico.

Um bom acondicionamento acústico deve conjugar o reflexo do som numas zonas das salas e a absorção noutras. Nesta medida o sistema de tetos falsos é composto por placas de gesso cartonado e incorporação na parte de trás deste de uma manta de lã mineral.

A lã funciona eficazmente como isolamento acústico, sem corantes nem aditivos provenientes de petróleo e com resinas. Funciona assim também como excelente isolante térmico e com elevado coeficiente de absorção acústica.



Figura 54 - Lã mineral em teto falso

Isolamento Térmico	Aplicação
Placas de poliestireno extrudido ROOFMATE	Cobertura horizontal e composição de aleiras nas coberturas
Placas de poliestireno extrudido FLOORMATE	Laje em contacto direto com o exterior e com o solo e Forras térmicas
Betão tipo “LECA”	Base de Pavimento

Tabela 5 - Isolamento térmico aplicado

5.4.3. ROOFMATE

As placas Roofmate são placas XPS utilizadas na cobertura invertida do edifício e são constituídas em espuma poliestireno extrudido. Estas placas de poliestireno extrudido são um produto sintético proveniente do petróleo. O poliestireno é um polímero de estireno que é extrudido e passa de um estado sólido a um estado fundido e depois de arrefecer volta ao estado sólido. Estas placas são altamente resistentes à absorção de água e a sua capilaridade é nula e são muito resistentes à difusão do vapor de água.

Estas placas notabilizam-se pelas suas excelentes prestações face à absorção de água e como isolamento térmico. A elevada rigidez da sua estrutura capilar traduz-se na elevada resistência mecânica. Podendo assim afirmar que são três características que notabilizam este sistema, a baixa absorção de água, bom isolamento térmico e elevada resistência mecânica.

O sistema Roofmate aplicado na cobertura invertida onde o isolamento térmico está sobre a impermeabilização, a durabilidade do sistema de impermeabilização aumenta consideravelmente, ao serem eliminados os efeitos a que este sistema estava sujeito caso aplicado ao contrário.

5.4.4. Forras Térmicas

As pontes térmicas são uma presença constante nas construções e este edifício não fugiu à regra. Estas zonas por não estarem isoladas termicamente têm uma resistência térmica inferior à da restante envolvente devidamente isolada, representando uma descontinuidade onde normalmente ocorrem as patologias devido a fenómenos de condensação.

Neste caso as pontes térmicas foram corrigidas também com elementos de poliestireno extrudido, as chamadas forras térmicas.

5.4.5. FLOORMATE

As placas de isolamento térmico floormate são produtos especialmente concebidos para o isolamento térmico de pavimentos. Estas placas apresentam elevada resistência à compressão. Assim como as roofmate têm insensibilidade à humidade e à água, o que permite o contacto com o terreno. Grande resistência à difusão do vapor de água de modo que, sem necessidade de uma barreira para-vapor na maior parte dos casos são anulados os riscos de condensação. Excelente condutibilidade térmica (muito baixa).

Nos edifícios, as perdas de calor através dos pavimentos poderão atingir 20% das perdas totais, valor que justifica um cuidado especial em relação ao comportamento térmico dos pavimentos, quer sejam em contacto com o terreno ou sobre espaços de ar ventilados ou diretamente sobre espaços não úteis ou exteriores. A temperatura superficial do solo poderá ser bastante inferior à temperatura ambiente interior de conforto, o que provoca, falta de conforto e aumenta consideravelmente o risco de condensações. Isolando termicamente o pavimento pode-se evitar estes cenários.

Este isolamento térmico independentemente das suas capacidades de isolamento térmico, oferece resistência à compressão, uma vez que o isolamento dum pavimento está sujeito a cargas permanentes e a resistência à humidade e à água, uma vez que humidades provenientes do terreno, de condensação ou a própria humidade da construção poderá

estar em contacto com o isolamento. Duas propriedades determinam a capacidade que o material terá que manter para a sua resistência térmica se manter. A resistência à compressão permite a manutenção da sua espessura enquanto a insensibilidade à água evita a absorção de humidade que provoca o aumento da condutibilidade térmica.

5.4.6. Betão leve tipo LECA

O betão leve tem como função resolver todos os problemas de enchimento de pisos e aligeiramento de lajes, resistentes, sem perigo de segregação com excelentes resultados quer a nível de resistência à compressão, flexão e isolamento, permitindo assim uma boa qualidade de isolamento térmico e acústico. Foi aplicado sobre a membrana de polietileno reticular espumado.

Estes betões também oferecem elevada resistência ao fogo e favorecem o balanço energético dos edifícios.



Figura 55 - Betão de Enchimento

5.5. Impermeabilizações

As impermeabilizações têm a função de proteger os materiais onde são aplicados dos diferentes tipos de agentes a que praticamente todos os materiais estão sujeitos. Na tabela seguinte pode-se conferir as impermeabilizações e a sua aplicação que lhe consta.

Impermeabilização	Aplicação
Telas Betuminosa	Coberturas invertidas, varandas, cobertura de zonas técnicas e caleiras

Tela de Xisto	Platibandas, remates para embocaduras, ralos de pinha
Impermeabilização geomembrana com lâmina impermeabilizante flexível	Soleiras e Parapeitos
Sistema impermeabilização invisível	Elementos horizontais de betão à vista
Placa subtelha	Cobertura inclinada em telha cerâmica
Micro-argamassa	Fosso da caixa elevador
Mastique poliuretano e de selagem	Juntas de dilatação interiores e exteriores
Emulsão betuminosa	Elementos enterrados
Feltro geotêxtil	Cobertura

Tabela 6 - Impermeabilizações utilizadas

5.5.1. Telas Betuminosas

A composição destes elementos baseia-se em produtos betuminosos que garantem total estanquicidade e perfeita aderência à estrutura. São de estrutura maleável sendo possível impermeabilizar qualquer zona e todo o tipo de estruturas. Normalmente são utilizados com vários tipos de isolamento que no caso da cobertura invertida não foge à regra. A sua aplicação na cobertura invertida foi realizada em toda a área horizontal da cobertura sobrelevando-se pelas paredes. No caso das palas e cobertura da zona técnica, cobriu todas as zonas suscetíveis à entrada e permanência de água e outros agentes.



Figura 56 - Tela betuminosa sobre cobertura

As telas apesar de serem de fácil aplicação devido à flexibilidade dos materiais, dão elevada resistência às variações de temperatura e aos raios ultravioleta, não fossem elas aplicadas com o maçarico. Também foram aplicadas telas betuminosas com acabamento

em xisto, colocadas no topo das platibandas sob os rufos e sobrepostas às telas betuminosas do pavimento na sua sobrelevação nas paredes.

5.5.2. Placa subtelha

A placa de subtelha serve para solucionar os problemas de infiltrações em coberturas inclinadas tradicionais. Estas diferem conforme o tipo de estrutura de apoio, a continuidade e o tipo de material e do tipo de telha a ser colocado. As placas de subtelha são fibrobetuminosas e têm como principal objetivo garantir a estanquidade às infiltrações de águas, sendo também bastante apreciadas pela sua leveza, durabilidade e não corrosão pela ação de agentes atmosféricos.

Estas placas foram aplicadas sobre o isolamento que foi aplicado sobre a estrutura metálica, mais precisamente as madres.

As telhas foram colocadas diretamente sobre as placas de subtelha e fixas com mástique, para o seu travamento.

5.5.3. Micro-Argamassa

A micro-argamassa é um tipo de argamassa à base de cimento e de polímeros modificados que está apta para o contacto com água potável. Esta argamassa foi utilizada para impermeabilização do fosso do elevador. Este encontra-se em zonas mais baixas no pavimento térreo e daí a sua suscetibilidade à presença de agentes agressivos é muito grande. Normalmente é muito provável encontrar nestas zonas muitos defeitos como fissuras e danos no betão.



Figura 57 - Argamassa aplicada no fosso de elevador

5.5.4. Mastique de poliuretano e Mastique de selagem

No tratamento das juntas de dilatação no edifício foi utilizado mástique à base de poliuretano. Nas juntas de dilatação interiores, para tratamento foi colocado mástique de poliuretano que é um material sintético com elasticidade parecida com a da borracha, no entanto, com propriedades mecânicas excepcionais, conferindo uma duração longa.

O mastique foi aplicado nas juntas de dilatação interiores e exteriores sendo que foi necessário aplicá-lo sobre a camada de isolamento colocada ao longo destas juntas, isolamento de poliestireno extrudido, de maneira a que este não sofra qualquer deformação durante a sua secagem, secagem esta que é feita no contacto com a humidade.

A aplicação deste elemento deu-se devido à impermeabilização e tratamento das juntas de dilatação, oferecendo o material muita boa aderência aos elementos em que foi colocado, boa resistência mecânica, devido aos movimentos estruturais e boa resistência à exposição ambiental e ao envelhecimento.

Para concluir foram aplicados perfis de pavimento e paredes em aço inox no interior e exterior, de forma a proteger as zonas das juntas de dilatação e a exposição do mástique e conferindo um acabamento mais ideal à vista.



Figura 58 - Mastique de selagem no exterior

5.5.5. Emulsão Betuminosa

A emulsão é uma tinta betuminosa de elevado poder de penetração utilizada para proteção de fundações, muros e em todos os elementos enterrados, contra a agressividade dos terrenos. Este material reforça a impermeabilidade do betão, penetra profundamente neste

e assegura uma boa aderência à base, resistente ao atrito mecânico no decorrer das operações de aterro e resistente à ação agressiva dos solos e ao contacto com água.

Foram aplicadas duas camadas de tinta de emulsão betuminosa, sempre antes de qualquer tipo de aterro em todos os elementos enterrados, até ao momento em que estes não se encontram enterrados.

5.5.6. Feltro Geotêxtil

O feltro geotêxtil foi utilizado no isolamento da cobertura invertida juntamente com a tela betuminosa e colocado na fase superior desta. Este material é uma manta não fibrada de poliéster e polipropileno, que devido à sua composição torna-se totalmente eficaz e não se altera com o passar do tempo ou com o ataque de agentes químicos presentes na argamassa e betão. A sua estrutura atua como um filtro de partículas sólidas, sendo, no entanto, permeável à água, facilitando assim a drenagem dos solos e impossibilitando a saída dos finos, o que levaria à instabilidade dos mesmos.

A sua colocação na cobertura garante perfeita separação do isolamento com a argamassa.

A manta oferece resistência ao rasgamento e punçoamento e aos agentes orgânicos e químicos.



Figura 59 - Feltro geotêxtil colocado no pavimento

5.6.Revestimento de Paredes e Tetos

Os revestimentos de paredes e tetos aplicados no edifício foram de diferentes tipos e para entender essas diferenças tentou-se analisar o tipo de revestimento e suas características e a sua aplicação.

Revestimento	Aplicação
Salpisco, emboço e reboco com acabamento liso	Paredes Exteriores
Reboco estanhado	Paredes interiores

Reboco areado	Paredes interiores, tetos e elementos de betão à vista
Placas Gesso Cartonado	Paredes e Tetos
Placa Gesso Cartonado Perfurado	Tetos

Tabela 7 - Tipos de revestimentos aplicados

5.6.1. Salpisco, Emboço e Reboco

Foi aplicado nas paredes exteriores revestimento de constituído por três camadas, salpisco, emboço e reboco armado com fibra de vidro. O revestimento exterior cumpre uma função de proteção das alvenarias, de maneira a que sejam capazes de resistir bem aos movimentos das alvenarias, aos movimentos das argamassas durante o processo de secagem e endurecimento e principalmente às solicitações do exterior permitindo que ocorram necessárias trocas de vapor entre o interior e exterior do edifício e tenham capacidade para expulsar água infiltrada.

Estes requisitos devem ser assegurados pela solução do revestimento, pelo conjunto das várias camadas já referidas que o constituem.

A primeira camada a colocar é a de salpisco ou camada de aderência, é bastante fluida, rugosa, com elevada dosagem de ligante e tem como finalidade homogeneizar a absorção do suporte e a estabelecer a ligação com a alvenaria, isto porque esta camada é colocada diretamente em contacto com os tijolos deixando a parede mais áspera e assim a sua textura porosa facilita segura com maior facilidade a permanência da segunda camada, evitando que esta se solte.

A segunda camada colocada é o emboço, também chamada de camada de regularização, tem a tarefa de nivelar a camada anterior e assim deixa a superfície mais lisa para receber a camada final, o reboco. Ficando uniforme, esta camada funciona também como impermeabilização, onde dificulta a chegada de água e de agentes agressivos. Esta camada também deve ser porosa para receber bem o reboco.

Finalizando, a última camada do revestimento, o reboco, é a camada mais fina, leve e mais fraca que as anteriores, tendo a função básica de proteção e de acabamento

esteticamente aceitável. Também tem uma função de permeabilização e correção das imperfeições deixadas no emboço.

Estas camadas devem de obedecer à regra da diminuição do teor de ligante no sentido alvenaria-exterior, para que o revestimento seja mais poroso e, mais deformável do interior para o exterior.

Neste caso concreto das paredes exteriores, o revestimento foi armado por uma fibra de vidro. O reforço do revestimento surge devido à fragilidade e baixa resistência à tração das argamassas e com o reforço as propriedades físicas e mecânicas das argamassas ficam melhoradas, nomeadamente a resistência aos esforços de compressão, resistência ao impacto, aumento da flexibilidade e da capacidade de deformação. A fibra de vidro foi aplicada após a colocação da primeira camada, o salpisco, sendo que depois de secagem parcial da primeira camada foram aplicadas as camadas seguintes.

5.6.2. Rebocos interiores

Relativamente aos revestimentos interiores estes foram realizados com argamassa monocomponente, ou seja, foram projetados de uma só vez, tendo-se realizado posteriormente os seus acabamentos, sendo que se distinguem duas zonas relativamente aos acabamentos, zonas com acabamento areado e zonas com acabamento estanhado.

O acabamento areado, neste caso o sarrafado, foi realizado para posterior aplicação de material cerâmico. Após a colocação da argamassa procedeu-se simplesmente ao corte do reboco com a régua procedendo-se a este simples nivelamento. No caso do estanhado, após a raspagem deste procedeu-se à passagem da talocha na superfície com reboco de idade jovem. Este acabamento será para levar outro tipo de acabamento que não material cerâmico.

Relativamente ao reboco em betão à vista este foi realizado com argamassa técnica já referida anteriormente, no entanto, foi realizado também com armação sendo que neste processo o revestimento foi colocado manualmente.

5.6.3. Placas de gesso cartonado

Foram utilizadas placas de gesso cartonada nas paredes num sistema de forro de parede autoportante formado por duas placas de gesso cartonado. Este sistema é constituído por uma estrutura resistente de aço galvanizado onde leve duas placas e uma outra placa de

isolamento nas costas destas placas. Este sistema consegue melhorias notáveis no isolamento térmico e acústico, podendo facilitar a passagem de infraestruturas no seu interior.



Figura 60 - Revestimento em placas gesso cartonado

Na execução de tetos falsos também foram utilizadas placas de gesso cartonado. Estas placas de gesso são revestidas com lâminas de cartão, que se caracterizam por ser não combustíveis. Estas placas foram colocadas em praticamente todo o edifício, nas zonas de maior ocupação, sendo apenas colocado em volta do perímetro das salas, só ocupando a área total nos corredores.

Nas zonas com maior probabilidade ou mais expostas à presença de água, foi colocada nos tetos placas de gesso cartonado com tratamento hidrófugo que diminui a sua capacidade de absorção de água, reforçando a sua resistência à ação da água e da humidade.

5.6.4. Placas de gesso cartonado perfurado

Estas placas de gesso cartonado, como foi referido no anteriormente, funcionam eficazmente no sistema de acondicionamento acústico, onde se conjuga a reflexão e absorção do som em várias zonas da sala. Este sistema utilizado de placas perfuradas faz com que os níveis de absorção se concentrem nestas zonas perfuradas, variando esses níveis em função do tamanho dos furos das placas. Funcionando com isolamento térmico composto pela lã mineral e pela caixa de ar entre o teto falso e a lajes, conseguiu-se uma forma eficaz de absorção do ruído.

6. Conclusão

Durante este estágio tive a possibilidade de expandir os conhecimentos que fui adquirindo durante o meu percurso escolar e de certa forma poder colocá-los. As unidades curriculares de Gestão de Obras, Prevenção de Riscos na Construção, Instalações hidráulicas Prediais, Betão Estrutural, Conservação e Reabilitação da Construção, entre outras, foram as que em relação à identificação do estágio, me deram mais bases para poder ter esta experiência, conseguindo confrontar os temas relacionados com a obra de forma a avaliados e poder discuti-los.

Os meses em que passei na empresa ajudaram-me a ter uma visão do que é o verdadeiro mercado de trabalho e da realidade que os engenheiros relacionados com a direção de obra vivem, visto que a polivalência é o fator que mais se evidencia.

Foram desenvolvidos trabalhos de forma gradual e com responsabilidade crescente, podendo ter contacto com todos os responsáveis e pessoas existentes na obra e mesmo observando algumas reuniões sobre o desenvolvimento do trabalho. Os trabalhos foram muito variados desde medições a planeamento, como gestão do trabalho realizado, sendo que todas elas mesmo que possam parecer simples, ofereceram um grau de aprendizagem muito grande e sempre em crescimento. Todos estes trabalhos foram fundamentais para a realização do estágio e o contacto com a obra, podendo entender melhor os métodos construtivos, os processos e as soluções aplicadas.

O facto de ter escolhido o estágio baseia-se principalmente pelo facto de procurar o máximo de contacto com a realidade do trabalho e com o ambiente de obra, relacionando o trabalho desde cada operário até ao do engenheiro responsável pela obra, ou qualquer outro elemento importante no desenvolvimento de qualquer trabalho.

Encarei o estágio como vista a uma grande oportunidade para o início da minha carreira profissional possibilitando crescer a nível profissional, mas também pessoal. Permitiu-me então ficar mais preparado para enfrentar o mercado de trabalho que cada vez está mais exigente e multifacetado.

7. Referências

- Almeida, Nuno Marques de, e Luis Alves Dias. “Organização e Gestão de Obras.” Elementos de Apoio às aulas de Gestão da Construção, IST, 2016.
- Ambiente, Agência Portuguesa do. “Plano de Prevenção e Gestão de Resíduos de Construção e Demolição.” Decreto-Lei nº 46/2008, s.d.
- Artebel. “Ficha Técnica Bloco Megatérmico.” s.d. www.artebel.pt.
- Cachim, Paulo Barreto, e Miguel Monteiro Morais. *Estruturas de Betão - Bases de cálculo*. Publindústria, 2013.
- Carrapa, Daniel. *abarrigadeumarquitecto*. 2014. abarrigadeumarquitecto.blogspot.pt (acedido em 2015).
- Coelho, Ana Zulmira Gomes, F. Pacheco Torgal, e Said Jalali. *A cal na Construção*. Universidade do Minho: TecMinho, 2009.
- Coutinho, Joana de Sousa. “Agregados para argamassas e betões.” *Sebenta Materiais Construção 1*, FEUP, 1999.
- Faria, José Amorim. “Introdução.” *Sebenta de Gestão de Obras e Segurança*, FEUP, 2014.
- Faria, José Amorim. “Organização de empresas de construção civil.” *Sebenta de Gestão de Obras e Segurança*, FEUP, 2014.
- Margalha, Maria Goreti. “Argamassas.” Documento de apoio às aulas de Conservação e Recuperação do Património, Universidade de Évora, s.d.
- Maurício, Tiago Gonçalo Garcia. *Rebocos Armados aplicados em paredes de edifícios antigos e novos*. Tese de Mestrado, Lisboa: FCT - UL, 2012.
- Meira, Alexandre Manuel Gonçalves. “Direção de Obra - Preparação Individual.” Tese de Mestrado, FEUP, 2012.
- MRG. s.d. www.mrg.pt (acedido em 2016).
- odespertar. “Centro Escolar do Loreto vai ter capacidade para receber 150 alunos.” *odespertar*. 2015. www.odespertar.com.
- Pereira, Manuel F. Paulo, Aires Camões, José B. Aguiar, e Hélder M. Antunes Cruz. “Caracterização de argamassas para assentamento de alvenaria de tijolo.” *Universidade do Minho*, 2010.
- secilargamassas. “Alvenaria M10.” *secilargamassas*. s.d. www.secilargamassas.pt.
- Silva, Ana Cristina. *Centro Escolar do Loreto*. Estudo Geológico, Câmara Municipal de Coimbra : Departamento de Obras e Infra-estruturas, 2011.